Алексей
Цвелик
Жизнь
в невозможном
мире

SHOUT
SHARE
IT

Annotation

Доказала ли наука отсутствие Творца или, напротив, само ее существование свидетельствует о разумности устройства мироздания? Является ли наш разум случайностью или он — отражение того Разума, что правит Вселенной? Объективна ли красота? Существует ли наряду с миром явлений мир идей? Эти и многие другие вопросы обсуждает в своей книге известный физик-теоретик, работающий в Соединенных Штатах Америки.

Научно-мировоззренческие эссе перемежаются в книге с личными воспоминаниями автора.

Для широкого круга читателей.

Современная наука вплотную подошла к пределу способностей человеческого мозга, и когнитивная пропасть между миром ученого и обществом мало когда была столь широка. Книга Алексея Цвелика уверенно ведет пытливого читателя над этой пропастью. Со времени издания книг Ричарда Фейнмана научно-популярная литература не знала столь яркого, прозрачного и глубокого изложения широкой проблематики — от строго обоснованного рассуждения об уникальности мироздания до природы вакуума.

Александр Иличевский

- Алексей Цвелик
  - Вступление
  - Глава 1
    -
    - Медитация. Бог и природа
  - Глава 2
  - Глава 3
    -
    - Медитация. О красоте
    - Гражданин Атлантиды
    - Три медитации
      -
      - Медитация 1. Атомы
      - Медитация 2. Пусто ли пустое пространство?
      - Медитация 3. Есть?
  - Глава 4
    -
    - Медитация. О числах

- Глава 5
- Глава 6
  -
  - Медитация. Антропный принцип. Разум и мироздание
- Глава 7
  -
  - Медитация. Почему мы живем в пространстве трех измерений и одного времени?
- Глава 8
- Глава 9
- Глава 10
  -
  - Рудольф Пайерлс(1907–1995)
  - Николас Кюрти (1908–1998)
  - Исайя Берлин (1909–1998)
  - Роджер Пенроуз
- Глава 11
  -
  - Человек-невидимка
  - Борьба за равноправие полов
  - Молодежь тоже стоит за старину
  - Удовольствие священника (Parsons Pleasure)
  - Келарь
  - Казначей (bursar)
  - Монархист
  - Философ
  - Архиепископ Кентерберийский (Robert Runcie)
  - Всего лишь недоразумение
  - Политики
  - Атаман Яицкого казачьего войска
- Глава 12
- Глава 13
  -
  - О любви
  - Японские истории
  - Медитация. Куда идет физика. Теория сильных взаимодействий
- Глава 14
  -
  - Михаил Фейгельман
  - Павел Вигман
  - Шура Нерсесян
  - Пирс Коулмэн

- Фабиан Эсслер
- Патрик Азария
- Гора Шляпников (Железный Нарком)

○ Глава 15
-
- Медитация. Ускорители, бозон Хиггса и эволюция
- Медитация. Мой сосед-миллиардер и Теория Всего
- Медитация. Разумная конструкция

○ Заключение
○ Приложение
-

Алексей Цвелик
Жизнь в невозможном мире
Краткий курс физики для лириков

Посвящаю эту книгу всем, кто меня любил и тем самым сделал мою жизнь возможной: бабушкам, папе и маме, брату, жене, сыну Мише, своим друзьям

Вступление

Мы живем в мире, где людей разделяет множество незримых перегородок. Барьер, присутствие которого я, как человек и как ученый, чувствовал всю жизнь очень остро, — это барьер между «физиками» и «лириками». Материальная сторона нашей цивилизации создана «физиками»: именно на основе научных достижений последних трехсот лет выросла вся та технология, плодами которой мы пользуемся. Моральная же сторона создана в основном «лириками», и многим людям ныне кажется, что между двумя этими пониманиями жизни пролегает глубокая пропасть. Острота противоречий усугубляется тем, что процесс технологизации зашел настолько далеко, что в нашем окружении трудно найти предметы, происхождение которых не было бы в каком-то смысле искусственным. Поэтому от науки никуда не уйти, и она не ограничивается тем, что дает инструкции по изготовлению стиральных машин, компьютеров и ракет. Кардинально изменив материальную сторону нашего существования, наука принесла и продолжает приносить огромное количество новых идей, касающихся устройства мира и положения в нем человека. Идеи эти зачастую противоречат представлениям, которыми человечество жило на протяжении веков, что вызывает яростное отрицание одних и бурный энтузиазм других. Первых тревожит, что научные достижения могут привести к подрыву установленных веками моральных ценностей и норм, другие, напротив, именно этого от науки и ждут. Примерами научных представлений, вызывающих ожесточенные споры, являются теории о происхождении Вселенной (теория Большого взрыва), о возникновении жизни и ее развитии (теория эволюции); остро волнуют вопросы о связи физики с возможностью свободы воли и т. п. В этой книге я пытаюсь показать, что озабоченность одних и энтузиазм других являются в равной степени плодами недоразумения и непонимания того, что на самом деле говорит наука.

Вопрос о том, правильно ли мы понимаем смысл научных теорий, далеко не праздный. Из полупереваренных «научных» истин вырастали и вырастают разного рода идеологии, предлагающие упрощенные картины мира, дающие их носителям ложную уверенность в разумности совершаемых ими действий. Идеологии берут из научной системы какое-то отдельное утверждение и превращают его в своего рода абсолют, универсальный рецепт, призванный решить все проблемы, зачастую включая нравственные. Последствия и для общества, и

для науки, как правило, бывают трагическими. Не так давно над третью планеты властвовал марксизм, бывший, разумеется, «истинно научным» и «научно» решавший, кому жить, а кому нет. На «науке» была основана теория о превосходстве арийской расы. Общественные последствия господства этих учений известны. В странах, где главенствовал марксизм, экономическая наука совсем не развивалась, а в Германии в результате изгнания «неарийских» ученых наука потерпела катастрофу, от которой она оправилась только сейчас. В наше время такой воинствующей идеологией стал дарвинизм — из него стремятся делать далеко идущие выводы о законах общественной жизни. Думаю, его идеологическое господство не принесет полезных плодов ни жизни, ни обществу.

Мой опыт чтения популярной литературы и общения с людьми самых разных профессий, включая мою собственную, состоит в том, что нередко весьма образованные люди либо имеют смутное представление о фактах, которые наука полагает твердо установленными, либо их истинное значение остается недоступным пониманию. Часто, например, приходится слышать утверждения, что, переместив Землю из «центра мира» на периферию нашей Галактики, наука умалила значение человека, якобы «свергнув его с пьедестала, на который возводила его религия». Последнее утверждение является настолько распространенным, что я взял его в кавычки, как цитату. Произнося эту бессмыслицу, люди даже не задумываются над тем, что человек никогда бы не выжил, если б наша планета была помещена в центр Галактики. Еще один расхожий предрассудок состоит в том, что Эйнштейн якобы доказал, что «все относительно», а потому «у каждого своя правда» и, значит, доискиваться до истины не так уж обязательно. На самом деле смысл теории Эйнштейна диаметрально противоположен этому утверждению, и наука, как до, так и после Эйнштейна, занимается именно поиском истины. А если вспомнить непрекращающиеся дебаты на тему происхождения человека от обезьяны, то они очень напоминают спор между славянофилами и нигилистами, описанный Козьмой Прутковым в «Погребении тела в Бозе усопшего поручика и кавалера Фаддея Кузьмича П…».

Наиболее важным в мировоззренческом отношении предрассудком является тот, что научные данные якобы свидетельствуют: жизнь является совершенно случайной аномалией и потому «бессмысленна». На самом деле вся история мироздания показывает неуклонный процесс возникновения все более и более сложных систем, так что появление сложнейших из них — живых организмов — выглядит совершенно закономерно.

По всей видимости, жизнь (или, во всяком случае, ее возможность) обеспечена самой структурой законов природы.

Безусловно, одной из причин плохой информированности широкой публики является сложность научных дисциплин. Действительно, многие положения, признаваемые ныне наукой, вроде того, что время, пространство и материя (то есть наша Вселенная) имели начало, довольно тяжело усвоить обычному человеку, хотя уже и в V веке нашей эры для таких мыслителей, как святой Августин, не составляло труда это вообразить. Однако сложность — не единственная и даже не главная причина неверных представлений, так как суть многих научных идей можно уяснить себе не будучи специалистом в той или иной области. Думаю, дело тут в другом, а именно в убежденности, ставшей для многих бессознательной, что науке в конечном итоге совершенно нечего сказать человеку о главном: откуда он и в чем смысл его существования. Мне, всю жизнь интересовавшемуся проблемами, выходящими за пределы моей узкой специальности, всегда казалось, что науке есть что сказать об этом.

Вопрос в том, *как* это сделать. Писать учебник физики с философским уклоном? Я и начал было что-то подобное в журнале «Сноб», но, опубликовав несколько коротких эссе, заметил: читатели, включая моих коллег, намного живее реагируют, когда размышления перемежаются примерами или, как раньше говорили, анекдотами из жизни. Так и родилась эта книга. В ней нет никаких предположений, которые принадлежали бы лично мне. В своем изложении я использовал только факты и теории, принятые научным сообществом за неоспоримые. Поскольку книга адресована широкой аудитории, я не перегружал повествование формулами. Практически все они вынесены мной в Приложение, которое необходимо, чтобы понимающий язык математики читатель мог оценить серьезность приведенных аргументов. Выбор названия обусловлен многими причинами, главная из которых подробно объясняется в главе под названием «Разумная конструкция». В остальном читатель разберется самостоятельно.

Я сердечно благодарен всем, кто помог мне в написании «Жизни…», в первую очередь Александру Иличевскому. Я безмерно благодарен моей жене Елене, которая терпеливо слушала мое чтение и поправляла мой стиль, и моей любимой теще Тамаре Семеновне Вайсман. Я благодарен Владимиру и Катерине Лебедевым, Юрию Геннису, Ларисе Волохонской и Михаилу Аркадьеву, Андрею Варламову, Евгению и Ольге Демлер, Александру Нерсесяну, Максиму Ходасу, Олегу Старых,

Анатолию Кардашу, Александру Белавину, Ольге Кузнецовой; моим школьным друзьям Олегу Риману, Владимиру Зыскину и Андрею Кириченко; Алексею Насретдинову, о. Михаилу Меерсону и его жене Ольге, прочитавшим рукопись и сделавшим подробные замечания, а также всем тем, кто комментировал мои эссе в блоге журнала «Сноб».

Глава 1
Детские впечатления

Я счастливый человек, и основа этого — любовь моей семьи. В раннем детстве, в Самаре, меня опекали бабушки со стороны мамы — баба Тоня и ее тетя, баба Кава (Клава, конечно, но я так говорил). Они во мне души не чаяли, хотя баба Тоня и держала меня в относительной строгости. Жили бедно, в тесноте, но я как-то не осознавал этого тогда. Главное заключалось в любви, теплоте и происходившем от них чувстве защищенности.

Мой отец был инженером-конструктором, мама — врачом-педиатром. Почти как в песне Вероники Долиной:

> Там мама доктор, папа инженер,
> Колец не носят, на работу ездят,
> Там нянечка на сретенский манер,
> Неграмотная, лоб украдкой крестит…

Бабушка Тоня до пенсии преподавала историю в школе, баба Кава работала на макаронной фабрике.

В моей семье не было ни диссидентов, ни людей религиозных. Были просто порядочные, честные люди. «Мать праведна, как стена каменна», — говорит ныне забытая русская пословица.

От бабушки Тони перешло ко мне увлечение историей. До сих пор помню картинки из ее книг: бюст Перикла, пирамиды, греческие вазы, одну из которых, с изображением привязанного к мачте Одиссея, слушающего песни сирен, я недавно увидел в Британском музее. Живая история шла от отца, от его рассказов о годах войны, проведенных им в Сибири и на Дальнем Востоке (он служил борт-инженером на пикирующем бомбардировщике Пе-2, а еще перегонял американские самолеты с Дальнего Востока на Урал).

Когда мне было семь лет, на свет появился мой младший брат Саша, с которым мы до моей эмиграции были очень близки.

Огромным детским впечатлением стала для меня дача. Она принадлежала яслям, в которых работала мама, и благодаря этому мы каждое лето выезжали за город. Размер дачи — бывшего поместья — представлялся мне колоссальным. Там были аллеи берез, вязов и дубов: огромный виноградник: плантации вишни и сливы, десятки яблонь самых разных сортов, включая мой

любимый золотой ранет; огороды; кусты крыжовника, смородины и малины. И огромное количество цветов: садовник наш (молдаванин с подходящей фамилией Градинарь, то есть «садовник») любил цветы, особенно георгины, и я их любил тоже — меня, ребенка, более всего привлекал их размер. Над цветами вилось огромное количество бабочек и стрекоз. Стрекозы разных видов, от тоненьких голубых «ниточек-иголочек» до огромных лупоглазых гигантов, которые могли и за палец ущипнуть, если были пойманы и обращались с ними неосторожно. Поразительное впечатление производили жуки-олени и жуки-носороги — каждый сантиметра по четыре длиной, с полированными, «черного дерева», рогами и матовым панцирем, они казались пришельцами из каких-то тропических стран, может быть, из Африки, непонятно каким ветром занесенными в Самару. Мы находили их в расщелинах коры дубов, чьим соком они лакомились. А страшные подземные существа медведки, грызшие корни растений? На этих обитателей «царства мрачного Аида» наш садовник регулярно устраивал охоту, перекапывая грядки. Все это поражало воображение, воспоминания эти драгоценны для меня до сих пор. Там пробудилось мое сознание. И первое в жизни воспоминание тоже связано с событием, происшедшим на даче: я лежу в колыбели, в комнате темно, протянувшаяся из темноты белая рука отбирает у меня соску.

Я и сейчас часто мысленно брожу по тропинкам и закоулкам райского дачного сада… Его уже нет. Когда мне было четырнадцать лет, сад вырубили и на его месте построили несколько уродливых пятиэтажек, а пространство между ними залили асфальтом. Где стол был яств, там гроб стоит…

Игрушек в годы моего детства было мало, да и жили мы бедно. Поэтому я мастерил их сам, что, как я теперь понимаю, тоже было счастьем. На даче для этого существовали все условия: у садовника была столярная мастерская, бесхозных деревяшек полно. Мы (то есть я и дети садовника сотоварищи) делали себе из дерева мечи, модели самолетов, лепили целые армии из пластилина и устраивали сражения. Вся дача с ее бесконечными зарослями принадлежала нам. Фруктов, ягод, овощей — сколько хочешь. Красавица Волга рядом, пешком до нее было около километра. Там, на берегу у кромки воды, мы находили черные плитки сланца. Плитки эти с легкостью расщеплялись, как будто открывались почерневшие от времени страницы древней книги. А там, на этих страницах, — отпечатки доисторических существ, чаще всего — трилобитов или спиральных раковин аммонитов. Существа эти исчезли с поверхности нашей планеты сотни миллионов лет назад. Так уже в детстве я ощутил древность

Земли — это было почти аксиомой.

И еще одно, что осталось со мной на всю жизнь, — новогодняя (а теперь и рождественская) елка. У нас дома эта традиция соблюдалась свято. С тех пор, где бы и в каком климате мы ни жили, снег ли за окном, дождь или жара, как во Флориде, Рождество и Новый год мы встречаем с елкой.

Веселое счастливое детство, когда нашим творческим силам был дан полный простор! Никакой рефлексии — я просто наслаждался жизнью. Но пришедшее в детстве ощущение природы — как чуда, как тайны, как двери в какой-то еще более волшебный мир — более не покидало меня. Поначалу оно было радостным, с годами стало ближе к тому, что в своих гениальных стихах выразил Лермонтов:

Когда волнуется желтеющая нива,
И свежий лес шумит при звуке ветерка,
И прячется в саду малиновая слива
Под тенью сладостной зеленого листка;

Когда, росой обрызганный душистой,
Румяным вечером иль утра в час златой,
Из-под куста мне ландыш серебристый
Приветливо кивает головой;

Когда студеный ключ играет по оврагу
И, погружая мысль в какой-то смутный сон,
Лепечет мне таинственную сагу
Про мирный край, откуда мчится он, —

Тогда смиряется души моей тревога,
Тогда расходятся морщины на челе, —
И счастье я могу постигнуть на земле,
И в небесах я вижу Бога…

Февраль 1837

Медитация. Бог и природа

Здесь я позволю себе прервать повествование (так эта книга и задумана: моя жизнь служит лишь цементом, скрепляющим серию медитаций), чтобы поразмыслить над этими стихами.

Как известно, Михаил Юрьевич был человеком, чуждым экзальтации, склонным к грусти и меланхолии. При этом он был наделен недюжинной интуицией: довольно точно описал свою смерть («В полдневный жар, в долине Дагестана…») и в существенных подробностях предсказал русскую революцию («Настанет год, России черный год, когда царей корона упадет…»). О чем же он пишет в этом стихотворении, и, особенно, как следует понимать последнюю строку? Не высказывает ли здесь поэт чувство, хорошо знакомое многим из нас? Ради него мы покидаем свои дома, тратим силы, время, деньги, уходим подальше от суеты городов, от общества себе подобных, от политики и т. п. Просветляющее, умиротворяющее чувство, связанное, по-видимому, с ощущением нашей принадлежности некоему осмысленному единству. Оно естественно возникает в человеке, находящемся наедине с природой, хотя большинство из нас теперь не связывает это чувство с присутствием Бога. Нам настойчиво внушают, что ощущение такого присутствия есть детская иллюзия, окончательно развеянная достижениями науки.

Очевидно, Лермонтов не боялся показаться наивным и выразил в этих стихах свое непосредственное ощущение. Должны ли мы простить ему его наивность на том основании, что разница в научных знаниях его времени и нашего настолько разительна? Сколько вообще нужно знать, чтобы объявить Бога детской иллюзией? Михаил Юрьевич наверняка был достаточно просвещенный человек и имел представление о законах природы (рискну добавить, что знания Лермонтова не уступали знаниям сегодняшних гуманитариев). Знал, наверное, и про знаменитый ответ великого математика Лапласа Наполеону, спросившему, какое место в его системе механики занимает Бог. Лаплас ответил, что не нуждается в этой гипотезе. Правда, Лермонтов жил до теории Дарвина, на которую «новые атеисты», вроде Ричарда Докинза, возлагают большие надежды; но и

после того, как эта теория была опубликована, многие поэты, например, Владимир Соловьев, Федор Тютчев или Афанасий Фет, выражались подобным Лермонтову образом. Философ Владимир Соловьев принял теорию Дарвина с большим энтузиазмом, оставаясь при этом глубоко религиозным человеком и даже мистиком. Были и верующие физики, современники Дарвина, да не какие-нибудь, а творцы теории электромагнетизма Майкл Фарадей и Джеймс Клерк Максвелл. А были атеисты, жившие за тысячи лет до Дарвина, например римский поэт Лукреций Кар, написавший поэму «О природе вещей».

Итак, думающие люди, а иногда и гении, чувствуют присутствие Бога в природе, а если и не чувствуют сами, то не находят в такой идее ничего странного. С одной стороны, хочется к ним прислушаться, но, с другой стороны, в популярной культуре находятся фигуры, говорящие как бы от лица науки и настойчиво и громогласно внушающие нам, что она доказала: Бога нет. Но ведь не все то, что говорится громко, есть истина. Как же узнать, что же на самом деле доказала наука? Путем опроса научных авторитетов? Но, действуя так, не поступимся ли мы принципами самой науки, которая признает лишь авторитет разума и опыта? Не лучше ли поэтому не перекладывать ответственность на других, а самим попытаться сделать выводы из научных открытий? Не будем домогаться мнения ученых о Боге, о котором многие из них даже не задумывались. Лучше пусть за них говорят их дела, пусть говорит сама наука, созданная усилиями поколений и подтвержденная экспериментами и успехом созданных на ее базе технологий. Действуя таким образом, мы сможем понять, идут ли чувства, так чудесно выраженные Лермонтовым в его бессмертных стихах, вразрез с «ума холодными наблюдениями» или нет.

Нам предстоит обсудить много тем: и о том, насколько материалистична наука, какие выводы следуют из нее относительно случайности или неслучайности устройства нашего мира; и о том, как удается человеку так много о нем узнать, занимая такое, казалось бы, скромное положение в мироздании. Мы все это обсудим, а пока мне хотелось лишь заявить главную тему книги — Бог и природа — и вернуться в детство.

Не все в нем, конечно, было безмятежным. Одно из глубочайших впечатлений связано со случаем, происшедшим, когда мне было семь лет. Мы только что перебрались на новую квартиру. До этого вся наша семья (я, папа, мама, две бабушки, а в последний год еще и мой новорожденный брат Саша) жила, вернее, ютилась в одноэтажном домике. Домик этот, хотя и расположен был на тенистой и зеленой улице и имел огромный двор, был сам по себе чрезвычайно мал. Я помню, что, когда Саша появился на свет, не нашлось даже места, где бы мне можно было поставить кровать, — меня укладывали на папином письменном столе. Новая квартира тоже была не бог весть как велика, но место для моей кровати нашлось. Другой существенной переменой было то, что дом, в который мы переехали (старой постройки в историческом центре Самары), был многоквартирным и там жили дети моего возраста. И вот, очень скоро от одного из них я услышал, что я «жид». С евреями мое происхождение не имеет ничего общего; фамилия моя, хотя и редкая и странно звучит для русского уха, не еврейская, а украинского происхождения (отец был обрусевшим украинцем, как и все его многочисленные братья и сестры). В семье моей никаких шуток или анекдотов, замешенных на национальном вопросе, я никогда не слышал. Поэтому и не подозревал, что о человеке можно судить не на основании его личных качеств, а на каких-то других основаниях (разумеется, в семь лет понимание всего этого у меня было чисто интуитивным). Однако Саша Господарев (так звали моего оскорбителя) со всей очевидностью меня ненавидел (именно так, семилетний мальчик!), совершенно ничего обо мне не зная! Уже тогда на своей собственной шкуре я понял всю дикость и абсурдность антисемитизма (и, шире, расизма — с его проявлениями мне придется столкнуться позже в Америке). Более глубокое понятие о его истоках я получил, подслушав разговор родителей Господаря, как мы его называли. Они обсуждали с соседями моих отца и мать (которых, заметим, они не имели времени узнать), характеризуя их так: «эти папаши и мамаши с дипломами». И вот, что бы мне ни говорили о «плохих евреях», я твердо знаю: основа антисемитизма есть комплекс неполноценности, замешенный на зависти дурака к умному. Поэтому чувство это прежде всего позорно для того, кто его в себе взрастил. На моих глазах он буквально лишал разума и способности здравого суждения людей, во всех прочих отношениях нормальных и даже рассудительных. Думаю, что людям, склонным подпускать это чувство близко к сердцу, нужно во что бы то ни стало научиться гнать его — в целях самосохранения.

Глава 2
Призвание

Открытие физики как жизненного призвания пришло внезапно. Мне было пятнадцать лет, учился я хотя и в прекрасной математической школе, но не так чтобы очень хорошо. Учителя ругали меня за лень. И вот однажды на уроке физики мне задали задачу следующего содержания. Пуля, скорость и масса которой известны, попадает в кусок льда, находящийся при данной температуре, и застревает в нем. Требовалось определить, сколько льда растает. У меня было достаточно знаний, чтобы без труда решить задачу о превращении кинетической энергии движения пули в тепловую энергию молекул льда. Однако сама ее постановка меня поразила и поражает до сих пор. На моих глазах зримое движение пули, ее стремительный направленный полет превращались в медленное растекание лужи. Эта была метаморфоза, превращение одной формы в другую. Два совершенно непохожих явления были связаны друг с другом, и физика открывала мне эту связь. То, что было закрыто для взгляда внешнего, открывалось внутреннему взору — взору ума, вооруженному математикой.

Я решил задачу у доски, получил первую свою пятерку по физике и полюбил этот предмет на всю жизнь.

Когда я учился в 7-м классе, нашу школу № 63 преобразовали в математическую, устроив там на каждом потоке один обычный и три математических класса. В математический класс нужно было сдать экзамен. Я безмерно счастлив, что сдал его, как впоследствии и бесчисленное количество других экзаменов. Большая концентрация умных детей сразу преобразила атмосферу школы. Не нужно было стесняться быть умным: ум, талант, яркость пользовались уважением и каждый из нас расцвел. Учителя были разные, и отличные, и хорошие, и так себе. Но дети, дети были лучше всех. Я до сих пор в контакте со многими из моих школьных друзей: некоторые из них стали первыми читателями этой книги.

Смешные детские клички: Быня, Мика, Шеф, Лёня Фридман (такое преувеличенно формальное обращение воспринималось как кличка), Маньяк, Ш-2.87, Додик, Слон Серго… Чего мы только не делали в школе: и фильмы снимали (тогда это было нелегко, техника была не та), и стихи писали наперебой (мы называли их «саги», стишки эти были по преимуществу сатирического содержания), а я еще и рисовал комиксы. Умение рисовать

здорово помогло мне в научной жизни: присутствие карикатур в моей книге по квантовой теории поля, изданной Cambridge University Press, сильно способствовало ее коммерческому успеху.

Одна из самых забавных историй школьного времени связана с превращением двух моих одноклассников в литературные персонажи наподобие героев итальянской комедии дель арте. В реальной жизни один из них, Лёня, несмотря на постоянно развязанные шнурки, день и ночь мечтал стать солидным человеком (мечта сбылась: побывав ректором института в Самаре, теперь он профессор в Мексике), другой — Чика, имевший, скажем так, репутацию мальчика весьма эксцентричного, представлял собой воплощенную несолидность. Поэтому в жизни Лёня, боясь за свою репутацию, Чику всячески избегал. А в поэмах моего закадычного друга Андрея Кириченко (Маньяка), которого Лёня недолюбливал, и Лёня и Чика превратились в двух великих друзей, занятых ни много ни мало преобразованием мира («проведу тебе трубу из Пекина да в Читу»), причем маленький Чика неизменно оказывался и мудрее и прозорливее и выручал незадачливого Лёню из разнообразных жизненных переплетов типа плена у Мао Цзе Дуна.

Вот как, с некоторым подобающим поэту оттенком меланхолии, Андрей описывал атмосферу нашей школы:

У нашей школы клен зеленый,
А в школе — радость для тоски.
Там Воскресенский, шеф ученый,
Идет вокруг своей доски.
Налево — формулы выводит,
Направо — графики чертит,
Там чудеса, там Зыскин бродит
И Чика в уголке сидит.
И там на Лёниных тетрадках
Следы невиданных зверей,
И Додик, на сан-слухи падкий,
А также Цвелик-чародей.

Может создаться впечатление, что я сторонник свободного обучения, когда ребенку предоставляется все открывать самому. Это не так; я думаю, что такое обучение хорошо только на начальной стадии, когда речь идет о формировании интересов. Формальное обучение совершенно необходимо, начинаться оно должно с усвоения основ каждого предмета, как, например, таблицы умножения, знания которой никакой калькулятор не заменит, и с усвоения правил грамматики. Нельзя изучать ни

ядерную физику, ни даже электричество, не постигнув простой механики, не порешав всласть задачи о столкновении шаров, бросании камней и т. п. Может быть, кварки и черные дыры интереснее движения воды по трубам, но понять в них НИЧЕГО НЕЛЬЗЯ, пока не усвоишь вещей элементарных. Позже, оказавшись в Англии, я был шокирован, когда взял в руки английский «учебник» физики, по которому учился мой сын. В нем сама метода обучения была поставлена с ног на голову «прогрессивными» педагогами. Если бы у меня были такие учебники, я, во-первых, никогда бы не заинтересовался физикой и, во-вторых, никогда бы не научился делать в ней ничего практического, не научился бы даже задачки решать.

В знаниях должна быть система, иначе все заученное скоро забудется. Знания без системы есть куча мусора. Великий математик Леонард Эйлер говорил, что высшее образование — это то, что остается, когда все, чему нас учили в университете, мы забыли. Что же это такое, как не метод, знание не деталей, но принципов, по которым можно восстановить забытое или, в случае необходимости, выучить его заново.

Надо сказать, что я интуитивно эти вещи понимал и заботился о выработке метода. Этому способствовала непрерывная тренировка, состоящая в решении задач, далеко выходящих за пределы школьной программы как по математике, так и по физике. Однако, и это очень важно, учителя не мешали мне в моих стремлениях. Низкий им поклон, и прежде всего Виктории Самсоновне Исахановой, которая до сих пор преподает математику в моем родном городе Самаре. Она беспощадно ставила нам двойки, тем самым помогая держать планку высоко.

Было ясно, что после школы я буду поступать в Московский физико-технический институт (МФТИ), самый лучший, на предмет физики, вуз страны. Было очень непросто такому домашнему мальчику, как я, уезжать от любящей семьи, жить от нее за 1000 километров. Тогда, в 70-х годах прошлого века, средства сообщения не были так совершенны, как сейчас, а зарплаты и стипендии не позволяли часто кататься из Москвы в Самару и обратно. Но физика уже всецело захватила меня, и я был готов на все.

Глава 3
Физтех

Я поступил в Физтех в 1971 году. На самый престижный факультет (общей и прикладной физики или, сокращенно, ФОПФ) пойти не решился, все-таки я был провинциальный мальчик. Поступил на «кванты» (ФФКЭ, факультет физической и квантовой электроники). Конкурс был восемнадцать человек на место, четыре экзамена (письменные и устные математика и физика), сочинение и собеседование. Я набрал восемнадцать баллов из двадцати. Официальный антисемитизм еще не оформился в такую жесткую структуру, каким он стал семь лет спустя, когда в Физтех пытался поступить мой брат. В 1971 году факультетскому начальству, по-видимому, было достаточно знания, что я не еврей (а они там все были украинцы и, наверное, понимали, что к чему). В 1978-м уже нужно было отчитываться куда-то наверх, где на слово не верили. Тогда за подозрительную фамилию срезали на устных по два балла, а за отчество один. Мне повезло, и я прошел.

Не знаю, как сейчас, а тогда Физтех был потрясающим местом. Скажу без преувеличения, более серьезной подготовки я нигде не видел, хотя судьба заносила меня и в Принстон, и в Гарвард, и в Оксфорд, где я преподавал физику девять лет. Целых пять лет учебы, включая практику в базовых институтах, плюс год на диплом. Всестороннее изучение физики и математики. У нас было много свободы, посещение лекций не было обязательным, на экзаменах можно было пользоваться любой литературой (и правильно, так как задачки давали такие, что надо было думать — переписать ответ из учебника было невозможно). В общем-то, все в конечном итоге было рассчитано на творческого человека, на увлеченного студента. Увлечение рождало самодисциплину. Тех, у кого она не наблюдалась, выгоняли. Но таких, в общем, было не много — сказывался первоначальный суровый отбор.

Дозволив свободу, начальство, как это всегда случается, старалось, где возможно, ее отобрать. Ненаучные интересы не поощрялись. Поощрялось стукачество. Помню такой случай: сидим мы четверо или пятеро в нашей комнатушке в общежитии, громко и увлеченно о чем-то кричим, вдруг — под дверью две тени. Один из нас резко вскакивает, распахивает дверь — на пороге, с разинутым ртом, какой-то тип. Бедняга опешил от неожиданности, наконец нашелся: «Ребята, вы слишком громко кричите». Так его с тех пор и прозвали: Две Ноги. Особенно

следили за вольнодумной литературой. Я помню, моего друга Мишу Фейгельмана стукач застал за чтением «Гадких лебедей» Стругацких и у Миши были неприятности. Помните у Галича?

Ах, кивера да ментики,
Возвышенная речь,
А все-таки наветики
Страшнее, чем картечь.
Доносы и наветики
Страшнее, чем картечь…

Проректором Физтеха по науке (!) был в мое время некто Кузмичев, толстопузый дядя с физиономией и ухватками хама. (Говорили, что во время войны он служил в заградотряде.) В деканатах, особенно на уровне замдеканов, преобладали держиморды и лакеи.

Стукачи обыкновенно таились, но случалось, хоть и очень редко, что кто-то из них зарывался. Помню, один стал открыто шантажировать студентов, воровал письма и т. п. Молодым людям удалось собрать на него досье и поставить вопрос об исключении его из комсомола, что влекло за собой автоматическое исключение из института. Помню замечательную по выразительности фразу из обвинительного заключения: «использовал чайники для нужд, исключающих дальнейшее употребление». Шантажиста таки выгнали, но инициаторам гонений деканат за павшего стукача отомстил: все они получили плохое распределение (если кто не знает, в СССР после окончания вуз устраивал, вернее, «распределял» студентов на работу).

Помню еще одно комсомольское дело — «дело о отравлении естественных надобностей на памятник Юрию Долгорукому».

Какой-то тщедушный студентик отобедал на сэкономленные деньги в ресторане «Арагви» и, забыв первую заповедь туриста о том, что мимо туалета проходить нельзя, вышел на прилегающую к ресторану площадь. Тут его настигла нужда, а дальше, по его словам, было так: «Вижу — памятник, я за него зашел…» (напомню читателю, что памятник основателю Москвы стоит посреди площади). На собрании декан наш орал (это уже было, когда я перебрался на ФОПФ): «Напился, для меня он — не физик!» Другой представитель деканата, добрейший старичок, недоуменно вопрошая: «Как же ты мог, там же иностранцы ходят?» Парня исключили.

Помню я Петрашевского дело,
Нас оно поразило, как гром,

Даже старцы ходили несмело,
Говорили чуть слышно о нем.

(Н. А Некрасов)

Первые три года в Физтехе, пока я учился на «квантах», ничего хорошего, кроме учебы, я не видел. С тамошними ребятами у меня как-то не образовалось общих интересов. Исключение составлял блистательный Алеша Бударин по кличке Бу. Он был выпускником самой лучшей тогда 2-й московской школы («второй синагоги»). Ее, кажется, где-то году в 1970-м разогнали, вернее, «реформировали», выгнав наиболее либеральных учителей. Бу представлял собой любопытную смесь: отец его был донской казак, а мать еврейка. И выглядел он соответственно: волосы как проволока, цвета воронова крыла, чуб, падающий на глаза, глаза ярко-стального цвета, нос с горбинкой, прямо Гришка Мелехов из «Тихого Дона», да только вот статью не вышел — худой, грудь узкая и страшно нервный. Бу начал просвещать меня насчет сущности советской власти. А дальше по Юлию Киму:

Был я верный правоверный пионер,
«Широку страну родную» громко пел,
В комсомоле, скажем правду, господа,
Не оставил я заметного следа.
В коммунисты меня звали — я не стал,
Стал обычный злоязычный либерал.
Кроме вымпела и флага на Луне,
За державу только стыдно было мне…

Я многим обязан Алеше в своем становлении: он поделился со мной всем тем, что мне как провинциалу было недоступно; и ум у него был живой, и даром слова он был наделен. В начале 1980-х наши пути разошлись, и с тех пор я его не встречал.

К середине третьего курса мы с Бу поняли, что на «квантах» нам больше невмоготу. Особенно ясно это стало после того, как мы побывали в одном из исследовательских институтов, где нам надлежало проходить практику (такие институты назывались «базами» и их существование было уникальной чертой Физтеха). Это был, кажется, НИИ прикладной физики и занимались там главным образом разработкой военных лазеров. Располагался он в конце шоссе Энтузиастов и состоял из трех колоссального

размера корпусов. Один был старой сталинской постройки, этажей в шесть, другой — относительно новый небоскреб, а третий я помню плохо. От посещения «базы» нам более всего запали в душу две картины. Вот одна: огромный зал, в нем рядами стоят стулья, на них сидят женщины и сосредоточенно вяжут. Другая — крохотная комнатка, заставленная аппаратурой, в ней два человека с блестящими от энтузиазма глазами рассказывают нам о том, какими интересными вещами они здесь занимаются. Больше блестящих глаз во всех огромных корпусах мы не видели. Нам вспомнились тогда слова нашего замдекана: «Нам Эйнштейны не нужны, нам нужны советские инженеры».

Я уже тогда знал, что существует и другое. Каждый год в Физтехе проходил набор в теоргруппу — специальную группу студентов, склонных и способных заниматься теоретической физикой. Таким способом Институт теоретической физики (ИТФ) имени Ландау готовил себе молодые кадры. Про ИТФ я еще буду писать. Сейчас скажу только, что, раз побывав на подготовительных занятиях в теоргруппу, я понял, что это место для меня. Однако, как оказалось, путь мой в институт Ландау будет не прям.

Хорошо помню первый день занятий. Их вели молоденькие тогда аспиранты — Костя Ефетов и Гриша Воловик, оба теперь ученые с мировой славой. Задавали нам задачи, настоящие, пальчики оближешь. Вот, например, одна. Используя теорию возмущений, рассчитать энергетические уровни квантовой частицы в бесконечно глубокой потенциальной яме слегка эллиптической формы. Как же здесь использовать теорию возмущений, если разница между сферической и эллиптической ямами бесконечна, так как и та и другая бесконечно глубоки? Скажу сразу: решение простое и в простоте своей бесконечно красивое — нужно сделать преобразование координат и тогда возмущением окажется разность в кинетических энергиях. Я снова остро почувствовал красоту физики.

…И строгой физикой мой ум
Переполнял: профессор Умов.
Над мглой космической он пел.
Развив власы и выгнув выю,
Что парадоксами Максвелл
Уничтожает энтропию,
Что взрывы, полные игры,
Таят томсоновские вихри,
И что огромные миры
В атомных силах не утихли,

Что мысль, как динамит, летит
Смелей, прикидчивей и прытче,
Что опыт — новый…

— «Мир — взлетит!» —
Сказал, взрываясь, Фридрих Нитче…

Мир — рвался в опытах Кюри
Атомной, лопнувшею бомбой
На электронные струи
Невоплощенной гекатомбой;
Я — сын эфира. Человек, —
Свиваю со стези надмирной
Своей порфирою эфирной
За миром мир, за веком век.
Из непотухнувшего гула
Взметая брызги, взвой огня,
Волною музыки меня
Стихия жизни оплеснула:
Из летаргического сна
В разрыв трагической культуры,
Где бездна гибельна (без дна!), —
Я, ахнув, рухнул в сумрак хмурый, —

— Как Далай-лама молодой
С белоголовых Гималаев, —

Передробляемый звездой,
На зыби, зыблемые Майей…
В душе, органом проиграв,
Дни, как орнамент, полетели,
Взвиваясь запахами трав,
Взвиваясь запахом метели.
И веял Май — взвивной метой;
Июнь — серьгою бирюзовой;
Сентябрь — листвою золотой;
Декабрь — пургой белоголовой.

(Андрей Белый. Первое свидание)

Медитация. О красоте

Существует известное деление людей на «физиков» и «лириков», а также на право- и левополушарных. Считается, что у одних доминирует рациональное мышление, а другие больше «мыслят» эмоциями. Естественные науки, представителем которых я являюсь, принято относить к разряду рациональных и тем самым отделять их от искусства. Мне, как и многим моим коллегам, это разделение кажется весьма надуманным. В науке, как и в искусстве, ничего стоящего невозможно сделать без вдохновения, от прихода которого ученый зависит не меньше художника, а критерием истинности результата не в последнюю очередь является красота. Вот именно о красоте как универсальном принципе мне и хотелось бы поговорить.

Когда-то казалось, что критерии красоты довольно прочны и нужно лишь получить хорошее воспитание, чтобы научиться отличать красоту от уродства. Потом возникли другие теории, и теперь огромное множество людей придерживается мнения, что красота относительна.

В античной мифологии есть история о том, как покровитель искусств бог Аполлон был вызван на музыкальное состязание сатиром Марсием. Сатир проиграл, и Аполлон содрал с побежденного кожу. Так дурной вкус был весьма сурово наказан. Сейчас в искусстве больше бьют, так сказать, рублем. Купил, скажем, какой-нибудь меценат акулу в формальдегиде, с него за это кожу не сдерут (хотя с нас он, вполне возможно, уже и содрал). То есть наказание, может, и случается, но медленное, в виде одичания общества, порчи нравов и т. п. В силу медленности процесса многие люди просто не замечают или предпочитают не замечать перемен к худшему. Однако наука есть область человеческой деятельности, где отступление от эстетических критериев имеет наглядный, быстрый и пагубный эффект. Тут все просто: не чувствуешь красоты — будешь посредственным ученым и тайны природы тебе не откроются.

Благодаря столь очевидному и непосредственному действию понятие красоты в науке утрачивает свою кажущуюся расплывчатость. Иначе как можно было бы

руководствоваться этим в естественных науках, таких как физика и математика? Ну, допустим, в математике «некрасивыми» теориями можно просто не заниматься, но ведь физика призвана изучать окружающий нас мир, от которого никуда не денешься — что дано, то и изучай. Между тем критерии красоты играют в естественных науках немаловажную, а порой и первостепенную роль. То и дело слышишь: «Какая красивая теория! Какое элегантное доказательство! Ну, это не может быть правильно, так как совершенно некрасиво» и т. п. Казалось бы, что из того, что ученым одни теории нравятся, другие — нет? какое отношение это может иметь к правильности этих теорий? Тем не менее имеет отношение.

Красоту в науке, так же как красоту в искусстве и природе, трудно рационально описать. То есть трудно набрать какое-то конечное число определений, которым должна была бы удовлетворять теория, чтобы быть красивой. Полезность в их число явно не входит, не ради пользы люди наукой занимаются. Тот, кто стремится к конкретному результату, как правило, не добивается ничего. Нужен интерес, а им, опять-таки, движет эстетическое чувство. Именно эстетическое, то есть то же самое, какое возникает при взгляде на прекрасную женщину, на прекрасную картину, на прекрасный пейзаж, наконец. И недаром такие ученые, как Эрвин Шредингер, один из творцов квантовой механики, и Ричард Фейнман, внесший в ее развитие огромный вклад, писали свои формулы в присутствии обнаженной натуры. И сам я не раз переживал подобное: эстетическое впечатление от красивой женской груди или прекрасной бабочки превращалось в решение математической задачи.

Впрочем, предоставлю лучше слово великим людям. Вот что говорит предсказавший существование антиматерии Поль Дирак:

«Красоту в математике так же трудно формально определить, как и красоту в искусстве, но люди, изучающие математику, обычно не имеют затруднений с ее распознанием».

А вот отрывок из разговора Эйнштейна с Гейзенбергом, записанный последним:

«Если природа ведет нас к поразительно простым и красивым математическим формам — под формами я

имею в виду согласованные системы гипотез, аксиом и т. д., — к формам, не встречавшимся доселе, мы не можем думать о них иначе, как об „истинных“, т. е. открывающих чистые черты природы… Вы, наверное, ощущали то же самое: почти устрашающую простоту и целостность соотношений, которые природа внезапно разворачивает перед нами и к которым мы ни в коей степени не подготовлены».

Известны примеры, когда теория, выдвинутая ученым, наделенным особо острым эстетическим чутьем, и поначалу отвергнутая научным сообществом как противоречащая эксперименту, в конце концов либо признавалась верной, либо находила применение где-то в другом месте. Можно сказать, что красивые идеи не пропадают. В первом случае оказывалось: эксперименты, противоречившие теории, были выполнены неряшливо, а более аккуратные данные ее подтверждали.

Вот что писал открывший законы движения небесных тел математик и астроном Иоганн Кеплер за триста лет до Эйнштейна:

«Спросим теперь, как эта способность души, которая не будучи вовлечена непосредственно в концептуальное мышление и потому не имеет прошлого знания гармонических соотношений, тем не менее может распознавать то, что происходит во внешнем мире… На это я отвечаю, что все чистые Идеи, или архетипические образы гармонии… внутренне присутствуют в тех, кто их способен воспринять. Однако они не являются сознанию посредством концептуального процесса, будучи скорее продуктом чего-то, напоминающего инстинктивную интуицию, присущую данным индивидуумам».

Вспомним и великого швейцарского физика, друга Карла Густава Юнга, Вольфганга Паули:

«Мост, соединяющий изначально неупорядоченный мир опыта с Идеями, состоит из определенных доисторических образов, существующих в душе, — архетипов Кеплера. Эти доисторические образы не должно помещать в сознание или соотносить с конкретными рационально формулируемыми идеями. Скорее, они имеют отношение к формам, обитающим в бессознательной области человеческой души, образам с мощным эмоциональным содержанием, являющимся не мыслями, а воспринимаемыми как образы, картинно. Наслаждение, которое испытывает получающий новое

знание, возникает, когда доисторические образы совпадают с поведением внешних объектов…» И далее: «Не следует провозглашать, что тезисы, выводимые из рациональных соображений, есть единственные основания человеческого разума».

Однако довольно общих рассуждений. Чтобы не быть голословным, я рассмотрю два примера красивых теорий.

Начну с того, что в физике называется принципом наименьшего действия. Звучит он так. Допустим, у нас есть какое-то небольшое тело (например, биллиардный шар) и нас интересует, по какому пути оно будет двигаться из точки А в точку Б. Согласно принципу наименьшего действия шар «выберет» такой путь, на котором величина, называемая «действием», минимальна. Все мы учили в школе законы механики, знаменитые законы Ньютона. Один из них (второй) связывает ускорение, с которым движется массивное тело, с действующей на него силой. Понимая этот закон как уравнение и решив последнее, можно описать траекторию движения тела и предсказать, где оно будет находиться в заданный момент времени. Закон этот был выведен из обобщения большого количества экспериментов (не без помощи творческого воображения, конечно, — без гения в науке ничего не обходится). Однако откуда телу знать про закон Ньютона? Этим дурацким вопросом задался в XVIII веке аббат Мопертюи. Он-то и показал, что закон Ньютона можно переформулировать так, как будто тело, которому предстоит двигаться из точки А в точку Б, сравнивает разные пути и выбирает тот, на котором величина, называемая действием, минимальна. Мопертюи дал определение действия; для данной траектории оно оказалось равным интегралу по траектории от разности кинетической и потенциальной энергий тела (более подробное объяснение дано в Приложении). На первый взгляд определение неуклюжее и принцип какой-то, так сказать, лишний. Никакой дополнительной информации по отношению к закону Ньютона, которому он был математически эквивалентен, он вроде бы не содержал, а содержал какие-то странные намеки… Ну разве в механике тела могут выбирать, куда им двигаться?

Прошло много лет, на дворе начинался XX век, и молодой чиновник швейцарской патентной конторы

Альберт Эйнштейн размышлял над тем, как должна выглядеть механика для тел, двигающихся со скоростями, близкими к скорости света. Глядя на уравнения Максвелла для электромагнитного поля, Эйнштейн понял, что скорость света, в отличие от скоростей тел, не меняется при переходе из одной системы отсчета в другую (то есть, например, если мы сидим в поезде, стоящем на платформе, и смотрим на станционный фонарь, скорость испускаемых фонарем фотонов по отношению к нам останется такой же и после того, как поезд двинется). Из одного этого следовало, что время и пространство не могут быть независимыми друг от друга, как это полагали ранее, и должны быть объединены в единый континуум (пространство-время, см. Приложение). Точки этого четырехмерного пространства соотвествуют событиям, и два события отделены друг от друга «интервалом», являющимся четырехмерным аналогом расстояния между точками знакомого нам пространства трех измерений.

Поясню понятие «интервала» на примере. Возьмем два события. Скажем, сегодня в Москве в 6 утра просыпается дядя Федя и выпивает с похмелья рюмку водки, а в 15 часов дня по московскому времени в Нью-Йорке просыпается брокер Джон и, в предвкушении долгого рабочего дня, заглатывает прозак. Интервал между этими событиями определен как квадратный корень из РАЗНОСТИ $[c(t_2—t_1]^2$ — d^2, где d есть расстояние между Москвой и Нью-Йорком, с — скорость света, $t_2— t_1 = 9$ часов, есть разность времен между этими двумя событиями. (Для зануд: из того, что время и пространство входят в формулу для интервала с разным знаком, следует, что между ними таки есть разница, хоть они и объединены, но не до полной неразличимости.) Так вот: так же, как расстояние между двумя точками не меняется, с какой бы стороны мы на эти точки ни смотрели (то есть какую бы систему координат ни выбрали, если выражаться научным языком), так и интервал между двумя событиями не меняется, какую бы систему отсчета мы ни выбирали, то есть судим ли мы об этих событиях, глядя из иллюминатора пролетающего за облаками самолета, или стоя на земле, или глядя с Юпитера. Сие есть частный случай того, что законы природы не меняются при перемене системы отсчета наблюдателя. Последнее и есть основное утверждение

теории относительности.

Вернемся к Эйнштейну. Перед ним стояла задача переформулировать механику так, чтобы она учла новые интуиции теории относительности. Старая механика Ньютона новым критериям не удовлетворяла, но и отбросить полностью ее было нельзя, так как на скоростях много меньших скорости света она отлично работала. Нужно было что-то из старого сохранить, и Эйнштейн выбрал принцип наименьшего действия, который в новой формулировке засиял всеми своими гранями, как только что ограненный бриллиант. Эйнштейн предположил, что действие для частицы массы *M,* начавшей движение в момент времени t_1, в точке А и закончившей его в момент t_2 в точке Б, равно произведению ее массы на интервал (см. определение интервала выше) между этими событиями. Так как интервал не меняется при смене системы отсчета, этот выбор автоматически удовлетворял принципу инвариантности законов природы, объясненному выше. Постулированные таким образом релятивистские законы механики представляются чрезвычайно красивыми большинству физиков. Физика свелась к геометрии («Физика есть геометрия» — утверждал ученик Эйнштейна Джон Уилер). Законы, угаданные Эйнштейном, оказались верными, выдержав проверку миллионами экспериментов на ускорителях элементарных частиц (см. Приложение).

Другой пример тоже касается понятия «действие». С продвижением в микромир возникла необходимость обобщить законы механики на крохотные («микроскопические») частицы (электроны, протоны и т. д.). Они, как известно, по определенным траекториям не движутся, вернее, движутся сразу по всем траекториям, хотя и с разной «амплитудой». Осмысленным в таком случае является вопрос о вычислении вероятности перехода частицы из точки А в точку Б за данное время *t.* Задачу эту блестящее решил Ричард Фейнман. Оказалось, что волновую функцию частицы можно представить как сумму по всем возможным траекториям, соединяющим А и Б. А суммировать надо экспоненты от iS/h, где i — мнимая единица, S — действие на данной траектории, h — постоянная Планка. Мнимая экспонента — сильно осциллирующая функция, и для быстрых (или тяжелых)

частиц в сумме доминируют те траектории, которые лежат ближе к классической. Получается, что квантовая частица как бы размазана вокруг классической траектории в трубке некоего радиуса (см. Приложение).

Таким образом, идея аббата Мопертюи с ее «ненужной» красотой оказалась тем «гадким утенком», из которого выросли «лебеди» теории относительности и квантовой механики.

Так что прав был старик Платон: красота — объективное понятие.

Итак, я ощутил себя теоретиком. Загвоздка, однако, состояла в том, что в теоргруппу принимали практически только с одного факультета — ФОПФа, а пробиться туда с «квантов» шансов было мало. Но мне повезло: на ФОПФе организовали еще одну группу, куда срочно требовался народ. Базой этой группы был Институт физики высоких давлений АН СССР («Давильня»), куда я после окончания Физтеха и попал. Но я забегаю вперед. «Давильне» были нужны экспериментаторы, и я прикинулся энтузиастом эксперимента, понадеявшись, что потом все как-нибудь образуется. И оказался прав. Началась совсем другая жизнь.

Первым впечатлением от ФОПФа была… картошка, которая в то время была обязательной составляющей каждого советского вуза. Каждую осень студенты «помогали труженикам полей», то есть за бесплатно ишачили на уборке свеклы, картошки, капусты и т. п. В одних вузах это занимало месяц, в других больше, у нас в МФТИ — две недели. Плоды наших трудов сваливались в овощехранилища (скорее, овощегноилища), откуда их отправляли на прилавки магазинов страны развитого социализма. И вот, перейдя на ФОПФ в сентябре 1974 года, я почти сразу поехал с моими новыми сокурсниками «на картошку», и в компании таких замечательных ребят, каких я там встретил, даже приокские картофельные поля показались мне Елисейскими. С одним из них, Володей Лебедевым, мы остались друзьями на всю жизнь, от других я со временем отдалился, но это не сделало память дружбы тех лет менее драгоценной.

Стояли золотые дни бабьего лета, было довольно тепло, комсомольские надсмотрщики нас особенно не гоняли (помню одного из них — аспиранта Кукареку), и мы упивались беседой, рассказывая друг другу разные истории. Помню, Володя пересказал мне «Собачье сердце» Булгакова, которое он знал чуть ли не наизусть, а еще, кажется, «Скотский хутор» Оруэлла. Все эти книги были тогда запрещены, и за чтение их можно было

пострадать. На «квантах», с их несколько иной культурной атмосферой, я ни о чем подобном не слышал даже от Бу (он, наверное, побаивался со мной об этом говорить). Передо мной открывался новый мир.

Когда я спал без облика и склада,
Я дружбой был, как выстрелом, разбужен.
Бог Нахтигаль, дай мне судьбу Пилада
Иль вырви мне язык — он мне не нужен.

(О. Мандельштам)

Другой человек, с которым меня на долгие годы сблизила эта поездка, был Миша Фейгельман (Фига). Миша был среди моих однокурсников легендарной личностью. Он первый, кто начал самостоятельно учить квантовую механику и сдавать теорминимум в институте Ландау (о том, что это такое, я еще буду рассказывать подробно). Помню, как на втором курсе Бу на какой-то лекции указал мне на огненно-рыжего то ли пирата, то ли анахорета с ввалившимися щеками и огромными глазами, грозно горевшими из-под кустистых бровей: «Это Фига, он только что сдал теорминимум по квантам». И вот, аз недостойный, лежу с этим самым легендарным Фигой под березкой и пью водку. С Мишей мы тогда крепко сошлись. Он еще студентом женился, у него быстро родилась дочь Марина, и мне пришлось ее даже поняньчить.

Студенческая жизнь была очень бедной, и мы пытались изобрести какие-то средства для увеличения нашего бюджета. И вот однажды Фига задумчиво сказал: «Знаешь, я слышал, что можно пойти в Пироговскую больницу и продать там в анатомичку свой скелет. Тебе дают двести рублей и ставят штамп в паспорт, что ты, мол, завещал скелет науке». Я страшно обрадовался и стал убеждать Фигу скорее идти в Пироговку. Он, однако, колебался, то ли жалея свой скелет, то ли не доверяя собственным словам. Короче, я пошел туда один. Помню бесконечное изумление на лице маленькой женщины-врача в приемном покое больницы, когда я спросил, можно ли мне продать им свой скелет…

Подружившись с Володей Лебедевым, я стал бывать у него дома, где познакомился с его родителями и сестрой Катей.

Огромное впечатление произвел на меня отец Володи Сергей Владимирович Лебедев.

Гражданин Атлантиды

Сергей Владимирович был одним из тех людей, которых я, вслед за Эдуардом Радзинским, называю гражданами Атлантиды, то есть осколками великой затонувшей цивилизации старой Европы. Начиная с 1914 года эта цивилизация медленно погружалась на дно под ударами мировых войн и революций, разлагаясь изнутри под воздействием ядовитых идеологий. Мне посчастливилось встретить несколько последних и ярких ее представителей. Одним из них был Сергей Владимирович, еще о троих — сэре Рудольфе Пайерлсе, сэре Исайе Берлине и профессоре Николасе Кюрти речь пойдет в главах, посвященных Оксфорду.

Сергей Владимирович был настоящий русский интеллигент и по происхождению, и, что самое главное, по своей сути. Для меня он был просто зримым воплощением этого понятия. Если бы меня попросили дать определение того, что такое интеллигент, я бы просто указал на Сергея Владимировича и этого было бы довольно. В его облике не было ни капли заносчивости, он был вежлив со всеми без подобострастия. Он не был ни тихим, ни застенчивым, ценил шутку и сам умел пошутить. Не было в нем также ничего болезненного, никаких неврозов и комплексов. Он никогда не ругался матом, в его русском языке не было ни малейшей примеси вульгарности. Невозможно было представить Сергея Владимировича заискивающим перед начальством или орущим на подчиненных. Думаю, что руководил людьми он главным образом примером, при нем как-то стыдно было делать что-то не так, как нужно. Сергей Владимирович был крупным физиком-экспериментатором. Двадцать лет он работал в Физическом институте имени Лебедева АН СССР (ФИАН); в 1968 году перешел в Институт высоких температур АН СССР (ИВТАН), где и проработал до самой своей кончины.

Отец Сергея Владимировича был генетиком, работал с Н. К. Кольцовым, а также с такими титанами отечественной биологии, как Б. Л. Астауров, С. С. Четвериков, Д. П. Филатов, и молодым Н. В. Тимофеевым-Ресовским. Он был учеником, а затем и заместителем Кольцова в Институте экспериментальной биологии, на создание которого он потратил много сил. Владимир Николаевич Лебедев известен как один из создателей научной кинематографии в России и в СССР. В 1912 году он снял первый в России научный фильм «Инфузория-туфелька», описывающий жизнь простейших организмов, который, кстати, в годы моей учебы часто показывали в школах.

В 1941–1943 годах Сергей Владимирович был на фронте, а до этого участвовал в качестве призывника в польской кампании (оккупации восточной Польши Советским Союзом согласно секретным протоколам пакта Молотова-Риббентропа). После 1943 года его перевели в советский атомный проект. В ходе этой работы он несколько раз (кажется, три) облучался и лежал в больнице. В общей сложности он получил около трехсот рентген, доза совсем не маленькая.

Я запомнил несколько его историй об этом проекте. Вот одна из них.

Некоторое время весь запас советского радия — страшно радиоактивного и вместе с тем редкого элемента, от имени которого и происходит сам термин «радиоактивность», хранился в сейфе в ФИАНе. Радия в природе очень мало, что знал и Маяковский: «Поэзия — та же добыча радия, в грамм добыча, в год — труды…». Так что весь советский запас состоял из крохотного кусочка. Кусочек был хотя и крохотный, но излучал довольно сильно. Однако начальство ФИАНа в своей неизреченной мудрости (а начальство, как правило, является мудрым даже и за пределами Советского Союза) поместило этот сейф в одной из комнат института, да еще около стены, за которой был коридор. В коридоре, как раз напротив сейфа, висело зеркало, перед которым часто останавливались сотрудницы института, чтобы накрасить губы или подвести глаза. В комнате, непосредственно примыкающей к комнате с сейфом, работал слесарь. В один прекрасный день он упал в обморок, потом обморок повторился. Он тогда получил порядка ста рентген. Сергей Владимирович (его комната была чуть дальше) выкарабкался, слесарь же умер. Неизвестно, насколько пострадали задерживавшиеся у зеркала дамы, но вот одна дама, вернее, молодая девушка из-за радия погибла. Ее посылал к сейфу ее научный руководитель (я не называю его имени, так как дочь его жива и я не хочу, чтобы эта история бросила на нее тень) для того, чтобы она облучала образцы полупроводников. Ученого интересовало, как полупроводниковые устройства будут вести себя в условиях атомной войны. Аспирантку он, очевидно, в детали не посвящал, что и стоило ей жизни. Как тут не вспомнить пушкинский «Анчар»: «Но человека человек послал к анчару властным взглядом…»

После серии этих несчастий сотрудники стали добиваться того, чтобы радий убрали в более безопасное место. Сделано это было далеко не сразу, но в конце концов сейф закопали под порогом здания.

Еще один характерный случай. 1948-й или 1949 год, полным ходом идет подготовка к испытанию первой советской атомной бомбы. Боеголовка ее была сделана из плутония, искусственного радиоактивного элемента. Элемент этот распадается за несколько тысяч лет, и поэтому в природе его нет, производят же его искусственно в атомных реакторах. При распаде плутоний испускает тяжелые альфа-частицы (ядра гелия), которые задерживаются человеческой кожей и потому безопасны (потребление плутония внутрь, однако, категорически не рекомендуется, так как внутри у нас кожи нет). Сделанную из плутония атомную боеголовку ученые держали в руках — из-за ни на миг не прекращающегося распада на ощупь она была теплой. Начальство проекта (самым главным был Берия, за ним — Ванников, оба в физике не понимали буквально ничего) все время подозревало обман. Приходят: «Покажите плутоний». «Вот, пожалуйста». — «А откуда мы знаем, что это он, а не что-нибудь еще?» — «Да он же теплый». — «Ну, это вы его сами могли нагреть». И все в том же роде.

До войны Сергея Владимировича неоднократно призывали в армию на сборы. Он был артиллеристом. Он говорил нам, что до 1937 года в армии было все очень четко организовано: приходил человек на сборы и ему тут же указывали его место, так что за короткое время часть формировалась и была в боевой готовности. Но после того как Сталин «очистил» армию, начался настоящий кабак. Никто не знал, куда идти, что делать, — полная дезорганизация. Думаю, что именно это, а не техническое неравенство (вымышленное советскими властями) привело к страшным поражениям и непропорционально большим потерям в войне с Германией. И еще, конечно, абсолютно беспощадное отношение советских начальников к своему народу.

Помимо естественных наук, в Физтехе, как и в каждом советском вузе, преподавались науки «общественные», то есть история коммунистической партии (разумеется, в ее сталинском варианте), политическая экономия, марксистско-ленинская философия и «научный» коммунизм. Первые два предмета вместе с их преподаванием не заслуживают и плевка, а вот на последних двух стоит остановиться.

Кафедра философии в Физтехе отличалась вольнодумством, и семинарские занятия проходили, как правило, очень интересно. Помню, на одном из таких занятий наш «философ» растолковывал нам «Андрея Рублева» и «Зеркало» Андрея Тарковского. Фильмы эти сложны и полны иносказаний, символов и даже недомолвок, что для советского зрителя,

воспитанного на прямом, как телеграфный столб, соцреализме, было тогда совершенно непривычно. Нам нужно было сначала объяснить, что такое искусство бывает; что не обязательно говорить все прямо; что художник имеет право быть сложным и непонятным; что нужно думать над тем, что говорится и показывается, и что так даже лучше, ибо то, что воспринимается с усилием, остается надолго. Все это сумел за один короткий семинар донести до нас наш «философ». Был он, кстати, с виду довольно невзрачный. Но «и в рубище почтенна добродетель…» Хорошо помню то, что он говорил об «Андрее Рублеве»: вот, вокруг страшная жизнь, набеги татар, предательство, жестокость, грязь, пьянство. Откуда же красота, откуда Троица? Ясно, что из такой жизни красота прийти не может, и значит, она приходит в мир извне. Это прочно врезалось в память.

Запомнилась и импозантная фигура преподавателя по кличке Градиент — совершенная копия Дон Кихота: высокий, сутуловатый, острая бородка клинышком, прямые усы торчат в стороны.

Интеллектуальная атмосфера подготовила во мне глубокий духовный переворот. Во-первых, я начал читать книги — не только по физике и не только фантастику. Литературу в школе преподавали плохо, это была какая-то казенная скука. Не помню как, но в Физтехе я вдруг увлекся классикой. Вполне может статься, что побудил меня к этому Фига. Во всяком случае, самый яркий момент, который мне вспоминается как своего рода пробуждение ото сна, связан с нашим обсуждением «Братьев Карамазовых». Нас обоих потрясла «Легенда о Великом Инквизиторе». Ну конечно, параллель между идеалами Инквизитора и советской реальностью была очевидна до ужаса. Оба мы уже тогда хорошо понимали, что советская система в своей основе преступна, но ее организационный принцип, ее, так сказать, идея не была ясна нам до конца. Инквизитор все поставил на свои места. Коммунизм, не только в его реальном воплощении, но и в самом своем корне, был обрисован гениальным писателем как антипод идеям свободы и человеческого достоинства. Конечно, теперь мы понимаем, что Инквизитор — это не только коммунизм, это куда шире, что зло может шагать не только под красным флагом. Но тогда реальность перед нашими глазами была именно советская.

Еще запомнился ответ старца Зосимы на вопрос о том, можно ли доказать существование Бога: «Доказать здесь ничего нельзя, а убедиться, убедиться возможно. Опытом деятельной любви».

Замечу вскользь, что ни я, ни Миша не впитали с детства

никаких религиозных идей. Родители наши были советскими интеллигентами, от религии держались в стороне, да и опасно это было, а отец мой и вообще относился к ней довольно враждебно. В церкви ни я, ни тем более Миша, наверное, до этого не были вообще никогда.

Мое понимание коммунистической идеологии как инквизиторского учения подкреплялось внимательным чтением классиков марксизма-ленинизма. В то время как большинство моих сверстников, видимо, тяготились изучением «научного» коммунизма, считая его за казенную тягомотину, которую лучше, наспех вызубрив и сдав, позабыть, мне так не казалось. Я читал эти книги, и там, где другие видели только глупость и безумие, я видел систему. Система эта довольно последовательно и логично вырастала из нескольких ошибочных предпосылок.

Мне не хочется здесь особенно растекаться мыслью по древу. Многие теперь считают, что коммунизм есть проблема вчерашнего дня и нечего пинать лишний раз мертвую лошадь. Думаю, что это не совсем так; в мире идей ничто не умирает насовсем, и идея, раз появившись, уже не может исчезнуть. В любой момент времени в общественном сознании присутствует самый широкий спектр идей, включая те, что, казалось бы, совершенно дискредитированы ходом истории. Однако и они живут, хотя, может быть, и малозаметной жизнью, как живут в организме различные микробы, включая болезнетворные. Пока организм силен, он противостоит им и держит численность популяции на минимальном уровне. Но стоит организму (обществу) ослабнуть, и болезни набрасываются на него со всех сторон. Так и идеи, на время ставшие непопулярными, ждут своего часа. Что касается марксизма, то он продолжает присутствовать в разных формах в западном академическом мышлении, в частности в так называемом «левом дискурсе». Различные новомодные течения, такие как «гендерные исследования», есть в своей основе перелицованный марксизм, где понятие «класс» заменено понятием «гендер» так, что разделительная линия в обществе проведена не между бедными и богатыми, а между полами. В итоге вся марксисткая логика сохраняется с той только разницей, что история осмысливается не как борьба классов, а как борьба полов.

Говорят еще, что не обязательно принимать какое-то учение целиком, будь то марксизм или что-то иное. Мол, надо брать хорошее, а плохое отметать. Однако депо в том, что идейные течения, как и живые организмы, обладают некоторой внутренней цельностью. Когда мы пытаемся эту цельность нарушить, могут произойти две вещи. Получившийся гибрид может оказаться

неспособным к самовоспроизводству, как, к примеру, гибрид осла и лошади — мул. Очень полезное животное, но не дает потомства. Или же отрезанный кусок идеи (то плохое, что мы хотели отбросить) регенерирует, вырастает вновь, как хвост у ящерицы. Таким образом, «хорошие» элементы учения, воспринятого нами, в силу внутренней логики последнего тянут за собой и «плохие».

Я не собираюсь давать здесь развернутую оценку марксистских идей. Остановлюсь лишь на одном уроке общего характера. Мой опыт общения с западными людьми показывает, что они совершенно не понимают того, что такое идеология. Всей своей жизнью они приучены к тому, что речи политиков — пустой звук, «риторика», что за этими речами не только не стоит никаких убеждений, но что они, по сути, мало к чему этих политиков обязывают. Ну конечно, политик может быть наказан за нарушение предвыборных обещаний, но для этого необходимо, чтобы это нарушение было очень серьезным, типа повышения налогов. Это понимание, отражающее положение дел в западных демократиях, к сожалению, переносится на весь мир. Поэтому западный человек сплошь и рядом не воспринимает серьезно то, что говорят тоталитарные вожди и диктаторы. Читая ныне исторические исследования о Второй мировой войне, поражаешься, например, тому, насколько такой умный человек, как Рузвельт, не понимал Сталина. Дело доходило до того, что он даже надеялся своим обаянием Сталина очаровать! Или британские аристократы, которые перед мировой войной симпатизировали Гитлеру. Не читали «Майн Кампф»? Конечно нет, — зачем? Мало ли что кто пишет: одно дело книжки, другое жизнь. Это хроническое непонимание того, что слова могут сделать политического деятеля своим заложником, трагично. Однако примеров этому в истории тоталитарных диктатур тьма. Гитлер, будучи заложником своей идеологии, фактически совершил самоубийство, не поддержав антикоммунистических настроений на оккупированных Германией советских территориях. Вместо того чтобы создавать русскую освободительную армию, он занялся порабощением местного населения, взяв в качестве примера для подражания не Александра Македонского, а Тамерлана.

Вот, на мой взгляд, любопытный пример того, как, казалось бы, абстрактные соображения имели весьма конкретные последствия для целой социальной группы советского общества. Марксистское учение — представляет собой попытку перенести материалистические представления о природе таких ученых XVIII века, как Лаплас, на общество. Если природа следует

детерминистским законам механики, то естественно предположить, что человек как часть природы, а следовательно, и сообщество людей тоже развивается по детерминистским законам, и законы эти можно и нужно открыть, как открыты были законы механики. Самым важным, по Марксу, родом человеческой деятельности является деятельность хозяйственная (экономика), в ходе которой человек создает ценности. В хозяйственной деятельности принимают участие разные субъекты: рабочие, продавцы, банки, дающие ссуды, и т. д. Маркс говорит, что не все они принимают участие в создании ценностей; ценность продукта, по Марксу, определяется только количеством вложенного в него труда, более того, только труда *физического*. Почему так? А потому, что Маркс материалист и ни во что, кроме материи, не верит. Раз ценности создает физический труд, значит, их создают рабочие, а все остальные, кто претендует на какую либо роль в экономике, просто присосались и эксплуатируют их труд. Но как же, спросите вы: а инженеры, конструкторы, наконец, ученые, которые придумали, сконструировали, разработали то, что рабочий производит? Они ведь тоже вроде бы трудятся? Трудятся, но не физически. У-упс-с! — провал. Разобрал Маркс мир на кусочки, а как стал собирать, осталась лишняя деталь. И оказалось, что в советском обществе, даже после уничтожения буржуев как класса, осталась целая неучтенная социальная группа, которую неизвестно куда отнести, то ли к трудящимся, то ли к эксплуататорам. И как же ее звать? Нашлись как — «прослойка». Прослойка советской интеллигенции. Временно нужная, пока рай на земле не наступил. А наступит — и не станет ее. Как не станет? Интересный вопрос…

Читателю может показаться, что это какая-то схоластика. Да, разумеется, но она-то и определяла жизнь нашего народа на протяжении многих десятков лет. И подозрительное отношение к интеллигенции, даже к своей, доморощенной, советской, которую, по совести, и интеллигенцией-то назвать было нельзя (Солженицын дал хороший термин «образованщина»), не в последнюю очередь определялось тем, что «прослойка» выпадала из картины мира, нарисованной Марксом.

Но хватит теоретических отступлений, вернемся к жизни. Среди подвижных манекенов, наполнявших кафедру научного коммунизма, был один живой человек. И какой! Имени его я не помню, помню лишь то, что он носил чин полковника КГБ, о чем, конечно, вслух говорить не полагалось. Это был весьма обаятельный плотный господин лет пятидесяти пяти, невысокого

роста, с приятными манерами. С нашими немногочисленными девушками он держался безукоризненно, всегда ставил им пятерки. И вообще, кажется, к студентам относился очень либерально. Подход его был стратегический, на всякие мелочи он себя не тратил. Он понимал, что имеет дело с творческими и пытливыми умами, что на обычной казенной мякине нас не проведешь и настаивать на том, что марксисткое учение не изменится ни на йоту или что все, что предсказали классики, обязательно сбудется, не имело смысла. Сердца надо было привлекать, прежде всего дав нам понять, что само наше положение как студентов элитного вуза делает нас вхожими в некие, ну не то чтобы кулуары власти, а в такую своего рода прихожую, из которой уже можно расслышать голоса из тех палат, где решаются судьбы мира. И если кто из нас решится сделать еще шаг и постучать вон в те громадные массивные двери, то, может быть, его и впустят, а там… То есть надо пробудить в нас чувство причастности, а для этого поделиться информацией, для простого советского человека недоступной. И полковник делился. Рассказывал истории о своих поездках за границу, о том, как он уламывал чехословацких товарищей быть посговорчивее перед вторжением в их страну советских войск, о том, как трудно было объяснить итальянской аудитории, за что изгнали из страны Солженицына (спасла положение итальянская студентка в свитерке, прервав затянувшиеся объяснения криком: «Да что понимают в жизни эти нобелевские лауреаты!»).

Более всего мне запомнилась лекция, посвященная международным отношениям и особенностям советской дипломатии. Полковник совершенно определенно заявил: советская дипломатия исторически уникальна потому, что ни одна страна никогда не имела за своими пределами такого огромного числа сторонников, готовых поддержать ее инициативы. Не просто аморфную массу симпатизирующих СССР людей, а силу, организованную в виде политических партий.

Сейчас в определенных кругах модно утверждать, что, мол, Сталин возрождал Российскую империю, что происходил постепенный отход от коммунистической идеологии и поворот к традиционным имперским ценностям. Я, разумеется, не жил при Сталине, но думаю, что за пределы внешних форм, типа офицерских погон, все это никогда бы не пошло. Если Сталин был действительно таким прагматиком, каким его изображают те, кто пытается отмыть добела этого черного кобеля, то он не мог не понимать, что было бы в высшей степени невыгодно отказываться от многомиллионной пятой колонны зарубежных компартий.

А Российская империя за границей никому не нужна, и

никакие партии ее поддерживать не стали бы, как не поддерживают сейчас.

Людям, не жившим в то время, трудно вообразить, насколько мы были в культурном отношении стеснены. Магазины ломились от книг, но все это была советская макулатура, читать которую не мог никто. Я помню, как за подпиской на Полное собрание сочинений Пушкина я стоял всю ночь в очереди на морозе. И получил ее только благодаря тому, что стоял не сам по себе, а как член некой организации, возглавляемой моим другом Андреем Варламовым, которая такими вещами занималась. То же было с билетами в театры. Хуже всего дело обстояло с русской живописью. Впечатление было такое, что ее история оборвалась на «передвижниках». Ну, пару картин Врубеля еще можно было в Третьяковке найти, но про «Мир искусства», «Бубновый валет», Марка Шагала, Кандинского говорилось только в казенных монографиях, где их по-всякому ругали. Все это начало потихонечку меняться со второй половины 1970-х годов.

Помню первую выставку, на которой независимым художникам позволили показать свои картины. Это было на ВДНХ, в павильоне «Пчеловодство», в конце сентября 1975 года. Там выставили более пятисот картин и перед нами открылся целый мир — мы вдруг узнали, что у нас есть живопись, что есть талантливые люди, которые мыслят и чувствуют не так, как велит партия, и что таких людей много.

Вскоре после этого независимым художникам выделили постоянное место для проведения выставок — большое подвальное помещение на Малой Грузинской, 28. И поставили какого-то комсомольца присматривать за ними. Так сбылась «мечта» М. Е. Салтыкова-Щедрина: «И под присмотром квартальных надзирателей появятся науки и процветут искусства». Наука у нас уже процветала, дошла очередь и до искусства.

Именно в те годы я познакомился с замечательной женщиной, профессором факультета журналистики МГУ Галиной Андреевной Белой. Ее дочь-красавица училась в Физтехе, ее окружал хоровод поклонников, к этому кругу принадлежал и кое-кто из моих друзей, через них я попал к Марине в дом, а там познакомился и с ее матерью. Мы очень подружились. Галина Андреевна любила молодежь, отношения со студентами и аспирантами и вообще с теми, чьи интересы становились ей близки, были очень теплыми. У нее в доме я свел знакомство с Олегом Клин-гом (посмотрев в Гугле, обнаружил, что он —

профессор филологии в МГУ и, судя по тексту на его сайте, занимается очень интересными вещами), Мариной Князевой (узнал опять-таки из Гугла, что и она процветает), Евгенией Альбац, которая, наверное, известна абсолютно всем. К сожалению, в 1980-х годах наши пути разошлись.

Я прослушал несколько лекций Галины Андреевны на журфаке; она читала курс по истории советской литературы. Из него я узнал, например, о Бабеле, о Заболоцком, о Платонове. Тогда начинали публиковать писателей, чей взгляд на жизнь отличался от официально установленного, таких как, например, Василий Шукшин и Юрий Трифонов. Галина Андреевна воспринимала все это с большим энтузиазмом, который я, как ни старался, не мог разделить. Все-таки присутствие самоцензуры в этой новой литературе было слишком очевидно и по-настоящему острых проблем она не дерзала касаться. Этих проблем касались самиздат и «тамиздат». Последним Галина Андреевна, которая начала тогда ездить за границу и могла что-то с собой привезти, щедро делилась с друзьями. Так я прочитал «Зияющие высоты» Зиновьева, а главное, познакомился с запрещенными тогда Мандельштамом, Гумилевым и практически недоступными широкому читателю Ахматовой и Пастернаком. Огромное впечатление произвели книги Андрея Платонова «Котлован» и «Чевенгур», которые тогда, разумеется, тоже были запрещены. Думаю, никто лучше Платонова, который симпатизировал коммунизму, не вскрыл его сущность. Это намного лучше того, что писали о коммунизме его откровенные враги, например, Бунин или Солженицын, так как это взгляд изнутри, взгляд человека, проникнутого этими идеями, но при этом предельно честного, раскрывающего перед читателем абсолютно все без утайки.

Читать Платонова трудно, даже больно, настолько он выворачивает себя наизнанку. Его предельная честность ранит.

Большим открытием для меня были Николай Бердяев, Семен Франк и другие философы русского религиозного возрождения. Сама Галина Андреевна была нерелигиозна, но мыслители эти ее интересовали. У Бердяева мне более всего запомнились «Самопознание», «Миросозерцание Достоевского», «Истоки и смысл русского коммунизма» и «Философия неравенства».

Русское возрождение, которое также принято называть «серебряным веком» русской культуры, стряхнуло с себя путы примитивного материализма и позитивизма, господствовавшие в умах русской интеллигенции второй половины XIX века. Властителями дум были Писарев и Чернышевский, а также немецкие «философы» Бюхнер и Молешотт, утверждавшие, что

«мозг выделяет мысль подобно тому, как печень выделяет желчь». Русская мысль впервые, не на уровне отдельных представителей, а, так сказать, в массе, встала на мировой уровень и даже, мне кажется, в некоторых отношениях вырвалась вперед. Этот великий подъем был подготовлен Достоевским и Владимиром Соловьевым. Вот что мне наиболее дорого в культуре советского периода: Михаил Булгаков, Борис Пастернак, Анна Ахматова, Осип Мандельштам, даже Арсений Тарковский, как отчасти и его сын Андрей, — все это выросло из культуры Серебряного века.

Мой кров — убог. И времена — суровы.
Но полки книг возносятся стеной.
Туг по ночам беседуют со мной
Историки, поэты, богословы.
И здесь их голос, властный, как орган,
Глухую речь и самый тихий шепот
Не заглушит ни зимний ураган,
Ни грохот волн, ни Понта мрачный ропот.

Это — из «Дома поэта» М. Волошина. Я нередко ощущаю нечто подобное, хотя и мучает мысль: а захотели бы беседовать со мной эти титаны прошлого? Мысль о моем «варварстве» преследует меня. Тут я расхожусь с нашим веком, который провозгласил, что всяк человек хорош такой, какой он есть, и нечего зря мучиться, пытаясь стать на вершок выше ростом. Have fun! Твой единственный долг перед обществом — потратить свои деньги и тем стимулировать экономику. The rest is up to you, just do not be judgemental. Порой у меня возникает ощущение, что времена Бюхнера и Молешотта вернулись.

Примерно в то же время (это был пятый курс) мы стали ездить на «базу», где нам раз в неделю читали лекции и готовили нас к дипломной работе. Как я уже говорил, базой у нас был Институт физики высоких давлений АН СССР («Давильня»), Там я познакомился со своим будущим научным руководителем Александром Федоровичем Барабановым, который сыграл в моей жизни немалую роль.

От решения задачек, ответы на которые были уже известны, я готовился перейти к решению задач, ответы на которые не знал никто. Я готовился вступить в настоящую науку. Область, привлекавшая меня в физике более всего, была связана с глубинными свойствами вещества, с тем, как вещество организовано. Вопросы эти издавна принято связывать с атомистической теорией.

Три медитации

Слово «атом» и его судьба (подтвердила ли физика учение Демокрита?)

Есть несколько совершенно общих вопросов, на которые стремится ответить физика и которые могут заинтересовать думающего человека, не обладающего в этой области специальными познаниями. Вопросы эти старые и в классической форме восходят к древним грекам, которые оставили нам свои варианты ответов.

Вопрос 1. Есть ли что-то постоянное в окружающем нас сложном и изменчивом мире?

Вопрос 2. Можно ли свести сложное к простому?

Из множества ответов на эти вопросы наиболее известен в современном мире ответ, данный древними материалистами Демокритом и Левкиппом: «Есть только атомы и пустота».

Медитация 1. Атомы

В более пространном изложении утверждение Демокрита и Левкиппа можно переформулировать таким образом: все сложные предметы складываются из более простых так, что цепочка упрощений обрывается на неких далее неделимых объектах («атом» по-гречески означает «неделимый»). Число видов таких неделимых предметов конечно. Атомы неразрушимы, существовали всегда и будут продолжать существовать. Они и есть то постоянное и вечное, о котором говорится в первом вопросе. Можно ли свести сложное к простому? Да, можно, атомы и есть то простое, к которому все сводится.

На протяжении почти двух с половиной тысяч лет эта теория, продолжая привлекать ученых своей простотой, не получала никакого экспериментального подтверждения, но вот наконец на рубеже XIX-го и XX веков такие подтверждения, казалось бы, начали поступать. Правда, то, что ныне называют атомами, было принято за неразрушимое по ошибке — роль атомов, как их понимали древние греки ныне играют объекты, называемые «элементарными частицами», но смысл, казалось бы, остался прежним. Если уж совсем

придираться, то до самых элементарных из элементарных частиц мы еще не добрались — но вот построим новый ускоритель и, может быть, доберемся… Думаю, что так интерпретируют происходящее в физике многие неспециалисты и так бы интерпретировал это, наверное, и я, если бы не занимался этими вещами вплотную.

Дерзну утверждать, что при неком сходстве терминологии (тут и там употребляется термин «атомы») картина мира, представленная древними материалистами, и картина мира, даваемая современной физикой, радикально расходятся. И дело здесь совсем не в деталях, правильного воспроизведения которых, безусловно, нельзя было ожидать от Левкиппа, Демокрита и Эпикура, а в самом духе.

Чтобы понять, в чем тут дело, обратимся к какому-нибудь популярному применению атомистической теории. Давайте сыграем в игру и опишем в атомистических терминах, например, воду. Описание выйдет такое. Для невооруженного глаза вода выглядит как нечто непрерывное и сплошное, но с помощью разных приборов можно установить, что эта видимость обманчива и при более пристальном рассмотрении непрерывность переходит в дискретность. Примерно так, как однородные с виду фотографии в газетах для внимательного глаза оказываются состоящими из множества точек. В случае воды эти точки есть молекулы H_20, которые, однако, также оказываются сложными образованиями. А именно: в каждой молекуле два атома водорода (химический символ H) связаны с одним атомом кислорода O. Атомы тоже не просты; каждый из них состоит из отрицательно заряженного электронного «облака» и ядра. Ядро, в свою очередь, состоит из положительно заряженных протонов и незаряженных нейтронов. Протоны и нейтроны состоят из кварков и т. д. Мы верим, что этому делению есть предел, хотя мы его еще не обнаружили.

Так или почти так объясняется строение вещества в популярных книжках и школьных учебниках. Эпикур, попадись ему в руки такой учебник, наверное, подумал бы, что не зря прожил жизнь. Однако на поверку оказывается: приведенное выше описание содержит в себе настолько радикальные упрощения, что на каком-то уровне оно совершенно прекращает работать.

Чтобы понять, в чем дело, давайте зададим себе вопрос: откуда мы знаем, что из чего состоит? Вот мы говорим: вода состоит из молекул, молекулы из атомов, атомы из электронов и ядер и т. д. А откуда мы это знаем? Ну, грубо говоря, чтобы узнать, из чего состоит предмет, мы бьем молоточком и смотрим на осколки. В качестве «молоточка» можно использовать подогрев, или электрический разряд, или еще что-то, не суть важно. Нагреем воду как следует — и молекулы распадутся на атомы (кислорода и водорода). Нагреем еще сильнее (энергия ионизации атома водорода 13,6 электрон-вольт, что соответствует 154 000 °C, но по причинам, которые здесь нет нужды излагать, практически полная ионизация происходит при значительно меньших температурах) — и электроны оторвутся от ядра. А дальше? Ударим по ядру другим ядром (для этого нужен ускоритель элементарных частиц), и если оно делимо, то осколки дадут нам что-то новое, то, из чего это самое ядро состоит. Вот такая логика. Действительность, однако, следует этой логике лишь до определенного предела, после которого начинает происходить нечто странное.

Это странное проявляет себя в полной мере тогда, когда скорости сталкивающихся частиц начинают приближаться к скорости света. Тогда оказывается, что чем больше энергия сталкивающихся частиц, тем больше получается осколков и тем больше их общая масса. При этом зачастую помимо новых частиц вылетает множество частиц старого типа. Вот, например, стукнешь по протону другим протоном, и, в зависимости от энергии удара, могут появиться целые пучки («струи») протонов и антипротонов, и чем больше энергия, тем больше частиц в этих пучках. Это как если бы, открывая матрешку, мы находили бы внутри не меньших, а больших куколок. Можно ли сказать, что протон состоит из нескольких, а может быть, и бесконечного числа протонов и антипротонов? Тогда из чего состоит каждый из этих новых?

Часть ответа на этот парадокс состоит в том, что новые частицы нарождаются в процессе удара. Энергия удара E превращается в массу m согласно знаменитой формуле $E = mc^2$. Великая эта формула стала частью нашей популярной культуры, навязнув у всех в зубах до такой степени, что понимать ее уже нет никакой

необходимости. А между тем смысл ее волшебен. Что есть энергия? В конечном итоге это наше действие, деяние. И вот оказывается, что наше деяние, наша воля, наши деньги, наконец, могут породить массу, то есть вещество. Или по-другому: свет, чистая энергия, оказывается, тоже может порождать вещество и, наоборот, вещество может превращаться в энергию, то есть в конечном итоге в свет (радиоволны, тепловое излучение, рентгеновские лучи — это все различные формы света). Если так обстоят дела, то, конечно, нельзя говорить о вечности неделимых «кирпичиков» материи. Нельзя говорить и о материи как составленной из «кирпичиков», так как оказывается, что никакой «кирпичик», никакую частицу нельзя рассматривать отдельно от мира, ее окружающего. Она, если угодно, в одиночку не существует. И я бы сказал, что подходящей метафорой здесь является не кирпичик, а воротца. Каждая частица подобна воротцам, и вот в каком смысле.

Столкнем мысленно два протона. В зависимости от энергии удара получится разное количество частиц всяких сортов, скажем, две штуки сорта А (я не буду здесь утомлять читателя точными названиями, не в них дело), две штуки сорта Б и т. д. Однако если сталкивать не протоны, а что-нибудь еще, например нейтроны, то будут получаться другие наборы частиц. Следовательно, актом столкновения двух частиц можно в принципе породить целый зоопарк частиц (хватило бы только энергии удара!), но при этом у разных партнеров и зоопарки будут получаться разные. Поэтому частицу можно характеризовать тем зоопарком, который она может породить, то есть теми возможностями, которые она открывает. Поэтому она и есть как бы ворота из мира возможного в мир реальный; раскроешь их чуть-чуть — получится один результат, затратишь побольше энергии и раскроешь пошире — вылетит наружу больше всякого разного и т. д. Разница между разными видами частиц-ворот в том, что из разных ворот разное может вылететь.

Получается, что мир, который мы называем реальным, так сказать, «мир, данный нам в ощущениях», есть лишь рябь на поверхности мира возможного.

Сказанное выше не означает, что атомистической картиной мира совсем нельзя пользоваться. Во многих случаях она вполне годится как приближенная модель. Например, если человек занимается химией стабильных

(не радиоактивных) веществ, то ему практически наверняка вся изложенная выше премудрость не понадобится. В своей практике такой химик имеет дело с процессами, где передача энергии мала по сравнению с массами участвующих в этих процессах частиц и потому соответствующие эффекты малы. Можно сказать, что природа благосклонна к нам и для того, чтобы узнать что-то, не обязательно знать все. Изучаешь, например, водород. В известных пределах его можно описать как систему двух тел, электрона и протона, притягивающихся друг к другу по закону Кулона. Математически такую задачу об описании атома водорода можно решить, что и сделал Эрвин Шредингер в 1920-х годах. В результате получилось отличное описание спектральных линий водорода. Если уж ты человек совсем дотошный, то спросишь: а как же протон с нейтроном чувствуют друг друга на расстоянии, как же это электрическое взаимодействие от одного к другому передается? Тут и начнется морока, так как передается оно посредством электромагнитного поля, а это поле тоже в каком-то смысле состоит из частиц (фотонов). Значит, это задача не двух тел, а бесконечного их количества (если включить в игру все фотоны) — и пошла писать губерния… К счастью, если копать не так глубоко, а в химии зачастую этого не надо, то можно на все эти трудности закрыть глаза.

При описании внутриядерных взаимодействий, однако, закрыть глаза не удается. Никакой процесс там невозможно адекватно описать как процесс с конечным числом участников. Любая задача там реально есть задача бесконечного количества взаимодействующих тел. Математическая, вернее, физико-математическая дисциплина, изучающая такие задачи, называется квантовой теорией поля.

«Поле» — это то, что разлито везде, в каждой точке пространства. А частица — это локализованный объект. Как же из одного можно получить другое? Связующим образом здесь является то, что японцы назвали «цунами». Цунами есть пример того, что в физике называется «солитон», то есть это одиночная волна, которая движется практически как твердое тело, не меняя своей формы. Вот так, из текучей среды (воды) возникла устойчивая форма. Причем когда солитон движется, содержимое его все время меняется, а форма остается

практически постоянной. И никакой квантовой механики здесь нет. Так и физики пытаются описать частицы как «солитоны» текучих и бесконечно изменчивых полей.

Так от картины распавшегося на бесконечное количество частиц мира мы пришли к картине нерасторжимого единства. Атом («неделимый») оказался неотделимым. Неотделимым от Вселенной.

Другой идеей, испытавшей в ходе столетий приключения и трансформации, оказалась идея «эфира». В школьных учебниках написано, что идея эта, столь популярная в XIX веке, была окончательно изгнана из физики. Мне такой взгляд представляется упрощением. То, что сейчас называют «вакуумом», во многих отношениях похоже на эфир. Поскольку понятие вакуума является чрезвычайно важным в современной физике, стоит над этим поразмышлять.

Медитация 2. Пусто ли пустое пространство?

Ночной эфир струит зефир,
Шумит, бежит Гвадалквивир.

А. С. Пушкин

Услужливо распахиваешь двери
И посылаешь в капище пустот,
Чтоб с помощью изученных заклятий
Руками загребал тебе я жар.
Но я в твоем «ничто» надеюсь, кстати,
Достать и всё посредством тех же чар.

И. Гете. Фауст (перевод Б. Пастернака)

Пустота не вполне пуста —

В ней различные есть места.

Есть такие, что головой
Шевельнёшь — и подымут вой
Все, от братских стихий вовне
До Белинского на стене.

Есть другие — и там живу,
Раз в неделю топчу траву;
И встаёт надо мной заря —
Ей не скажешь, что это зря.

Ольга Рожанская

Слово «эфир» прочно вошло в наш язык («в эфире „Эхо Москвы“», «встретимся в прямом эфире» и т. д.). Но все же читатель, наверное, слышал, что эфир есть устаревшая научная концепция и его бытовое употребление является своеобразным пережитком прошлых времен. На самом деле мне кажется, что «эфир» вернулся-таки в науку, хотя и изменившись, но не до неузнаваемости.

Как следует из приведенных примеров, в повседневном употреблении слово «эфир» связано главным образом с радио. Исторически это вполне оправданно. Радиоволны являются частным проявлением электромагнетизма, теория которого была построена в середине XIX века великим британским физиком Джеймсом Клерком Максвеллом. Максвеллу удалось обобщить все предыдущие открытия в области электричества и магнетизма и написать систему уравнений, описывающих электрические и магнитные поля как часть более общего явления. Из этих уравнений, в частности, следовало, что меняющееся во времени электрическое поле может порождать переменное магнитное, а то, в свою очередь, порождает электрическое, и т. д. В результате такого «тяни-толкая» получается распространяющаяся волна, которая и описывает все, что мы теперь называем электромагнитным излучением, то есть радиоволны, тепловую радиацию, свет, ультрафиолетовые лучи, рентген и т. д.

Волны разного рода в природе — постоянное явление, но все, с чем люди были знакомы до Максвелла, были волны, распространяющиеся в какой-то среде, как то: волны на поверхности воды, звуковые волны и т. д. Естественно, возник вопрос: колебаниями какой среды является, скажем, свет. Аналогия еще более подхлестывалась тем, что уравнения электромагнитных волн выглядели очень похоже на уравнения, описывающие распространение звука в некой среде. Гипотетическая среда эта и получила название эфира. Свойства ее получались довольно странными: она должна была быть весьма плотной и упругой (скорость света превышает скорость звука даже в таких средах, как сталь, в миллионы раз), абсолютно несжимаемой и допускать деформации только на сдвиг. Такой вот сверхтвердый кристалл. Получалось, что то, что люди полагали пустым пространством, на самом деле совсем не пусто, а занято вот этим самым странным веществом, мировым эфиром.

Нет нужды рассказывать о том, как идея *такого* эфира вступила в противоречие с данными наблюдений и была, казалось бы, навеки похоронена теорией относительности. Об этом написано в учебниках. Однако кое-что от этой старой идеи вернулось в физику в виде отрицания существования «пустого» пространства, то есть пространства, лишенного свойств. Правда, вместо слова «эфир» теперь пользуются словом «вакуум» (то есть «пустота»), понимая его совсем не как пустоту, что несколько сбивает с толку.

Поясню терминологию на примере. Возьмем какую-нибудь частицу (ну хоть электрон) и поместим ее в ящик размерами $L \times L \times L$. Согласно квантовой механике электрон не может пребывать там в состоянии покоя, он будет метаться из конца в конец ящика, как арестованный, только что брошенный в одиночную камеру. Согласно принципу неопределенности Гейзенберга типичная скорость этого движения (v) обратно пропорциональна размеру ящика $v \sim 1/L$ и, следовательно, энергия движения $\sim 1/L^2$. То же самое произойдет с какими угодно частицами, помещенными в ограниченный объем пространства. А именно: у них будет некая конечная энергия, меньше которой быть уже не может. То есть нельзя их остановить совсем. В физике этот неотъемлемый минимум называется энергией

основного состояния. Энергия эта, как следует из вышеприведенного объяснения, зависит от объема (и даже формы) ящика, в котором частицы содержатся. Пока объем ящика не меняется, основное это состояние воспринимается нами как «пустое» пространство. Однако как только мы попробуем изменить объем, то сразу поймем, что в нем что-то есть, так как, меняя объем ящика, мы изменим минимальную энергию находящихся в нем частиц, для чего нам самим нужно будет затратить некое усилие.

А теперь представим, что ящик — это Вселенная. Заполнена она всякого рода частицами и полями (свет, нейтрино, все, что угодно). Раз так, то у «пустого» пространства есть некая энергия, изменение которой будет ощущаться, когда пространство меняет объем, то есть, например, расширяется, как это происходит с нашей Вселенной. Это и есть та самая «темная» энергия, о которой в последнее время заговорили физики. На ее долю, по современным оценкам, приходится довольно значительный процент общей энергии Вселенной. Загадка, однако, состоит в том, что все существующие теории предсказывают, что доля эта должна быть просто неизмеримо, невообразимо больше, чем это наблюдается. В настоящее время противоречие это остается неразрешенным, указывая, быть может, на грядущую революцию в физике.

«Есть только атомы и пустота», — сказал Демокрит. В предыдущей медитации мы размышляли о том, что атомы оказались не тем, что о них когда-то думали. Оказывается, что и пустота тоже не то, что о ней думали, так как она не так уж и пуста.

> Принимая разные формы, появляясь, исчезая и меняя лица,
> И пиля решетку уже лет, наверное, около семиста,
> Из семнадцатой образцовой психиатрической больницы
> Убегает сумасшедший по фамилии Пустота.
>
> *(В. Пелевин. Чапаев и Пустота)*

Медитация 3. Есть?

…Так быть или не быть, вот в чем вопрос.

Уильям Шекспир. Гамлет

Человек в процессе познания природы может оторваться от своего воображения, он может открыть и осознать даже то, что ему не под силу представить.

Л. Д. Ландау

Итак, взяв за основу утверждение Демокрита и Левкиппа «есть только атомы и пустота», мы поразмышляли над атомами и пустотой. Остались, однако, еще слово «только» и глагол «есть». Хорошо, скажет читатель, материя есть не то, что мы думали, пустота тоже не пуста, но они же все-таки есть? Ведь скрывается же за изменчивой поверхностью нашего мира какой-то неколебимый субстрат, хотя бы в этом-то правы древние атомисты? Об этом субстрате нам многое ныне известно, присмотримся к нему поближе.

Формальное математическое описание того, о чем я собираюсь здесь говорить, дано (в краткой форме) в Приложении к этой книге, а также может быть найдено в любом учебнике по квантовой механике, которых ныне существует огромное количество.

Удаляясь в погоне за «реальностью» от мира привычных нам «больших» вещей в глубь микромира, мы не находим того, что искали. Реальность микромира оказывается зыбкой: вместо мира определенностей, каким является привычный нам мир «больших» предметов, «данный нам в ощущениях», мы находим мир возможностей и неопределенностей. Приписывая обитателям этого мира тот же статус вещей, что и окружающим нас предметам, нам приходится отказаться оттого, что Аристотель называл законом исключенного третьего. Макроскопический предмет, например, кошелек или автомобиль, не может быть в двух местах одновременно. А квантовая частица, если ее рассматривать как физический объект, может. Электрон, будучи практически точечной частицей, может пройти одновременно в два или несколько удаленных друг от

друга отверстий, в молекулах и кристаллах он может одновременно находиться около разных ядер (на этом эффекте и основана химическая ковалентная связь). Для того чтобы получить согласованное описание экспериментов с квантовыми объектами, приходится признать, что быть и не быть они могут до определенной степени вернее, с той или иной амплитудой (см. Приложение). Читатель, наверное, слышал о том, что квантовые частицы являются в то же время и волнами. Так вот, то, что там волнуется и колеблется, есть их бытие, степень их реальности, измеряемая количественно волновой функцией. В упомянутом выше эксперименте, где электрон попадет на фотопластинку через экран с несколькими отверстиями, он делает это, проходя одновременно через каждое из них с определенной амплитудой. Амплитуды от разных отверстий складываются, и происходит интерференция, как у всяких волн. И, как у всяких волн, картинка радикально меняется, когда одно из отверстий закрывают.

Грань между квантовым миром и миром классическим, где гамлетовский вопрос имеет однозначный ответ, пролегает *приблизительно* там, где отказывают наши органы чувств, даже усиленные приборами, которые, думаю, можно считать их продолжением. Странные состояния, когда электрон в молекуле водорода находится одновременно около обоих ядер, называются в квантовой механике запутанными, а состояния, близкие к классическим (в данном случае такое состояние будет описывать электрон, находящийся у какого-то конкретного ядра) — чистыми. Микроскопические системы, будучи приведены в контакт с «большими» предметами, теряют свои странные свойства. Если бы кто-то взялся измерять положение электрона каким-нибудь прибором (а все наши приборы соразмерны нашим телам, то есть в этом смысле они «большие»), то перевел бы его из запутанного состояния в одно из чистых. Вся фишка квантовой механики состоит в том, что результат этого опыта невозможно предсказать с определенностью. Нельзя заранее сказать, около какого ядра мы обнаружим электрон. Если молекула симметрична, то в половине опытов он окажется у одного ядра, а в половине — у другого. Поэтому квантовая механика, в

отличие от классической, не претендует на однозначное предсказание будущего, более того, она даже настаивает, что такое предсказание невозможно. В отношении к биологии этот аспект квантовой механики имеет прямое касательство к важной в философском отношении проблеме свободы воли.

Переход запутанного состояния в чистое называется потерей когерентности. Потеря эта происходит не мгновенно, она занимает некоторое время, и, в зависимости от деталей эксперимента, это время может оказаться значительным. Вопрос о потере когерентности долго оставался неясным, но после работ А. Калдейры и А. Легетта в 1980-е годы стало понятно, что никакого внезапного коллапса волновой функции в ходе измерения не происходит.

Предрассудок, распространенный за пределами физики, где многие тоже слышали о «принципе неопределенности», состоит в том, что неопределенности квантовой механики есть недостатки нашего знания. Ну вот, мол, пытаемся измерить скорость и координату электрона, однако самим актом измерения меняем либо то, либо другое. Отсюда и неопределенность. Похоже на то, как предсказания о динамике рынка акций влияют на эту самую динамику. Иначе говоря, есть какое-то «в самом деле», какая-то определенность, которой следуют частицы, если их оставить в покое, и которую мы, будучи такими большими медведями, возмущаем, стараясь ее познать. Иммануил Кант называл эту определенность «вещами в себе». Однако оказывается, что такое понимание неверно. Если бы дела обстояли так, как описано выше, то были бы определенные косвенные последствия, сформулированные так называемой теоремой Белла об отсутствии скрытых параметров. Таких последствий на экспериментах не наблюдается. И вместе с тем, все самые экзотические предсказания квантовой теории получили экспериментальное подтверждение. Поэтому среди ученых считается признанным, что неопределенность есть не недостаток нашего знания, а фундаментальное (онтологическое) свойство микромира.

Одним из строжайших правил квантовой физики, нарушающие которое производят, по выражению Ландау, «патологические» работы, является то, что она согласна обсуждать только те результаты, которые являются

наблюдаемыми. Описание же того, что наблюдать невозможно, оказывается до определенной степени произвольным. Модели, фундаментально отличные друг от друга во всех отношениях, кроме того, что они одинаково описывают одни и те же «наблюдаемые», признаются эквивалентными (кстати, ваш покорный слуга и сделал карьеру в физике, занимаясь поисками таких эквивалентных описаний). На первый взгляд может показаться, что здесь проявляется сугубый материализм науки. На самом же деле, настаивая на *наблюдаемости,* мы подрываем веру в реальность мира микроскопических частиц как мира вещей, того самого «есть», о котором говорили древние атомисты. За пределами мира материального, поставленными нам нашими органами чувств, начинается мир чисел и математических моделей, о котором речь пойдет ниже в медитации «О числах». Хотя этот мир нельзя ни увидеть, ни ощутить в принципе, и в этом смысле он не материален, он не есть наша выдумка, и, будучи не подвластен нашему произволу, он объективен. Недаром Владимир Ильич всполошился, услыхав о робких еще тогда шагах новой физики: «Материя исчезла, остались одни уравнения!» («Материализм и эмпириокритицизм»).

И вот итог: гипотеза Демокрита и Левкиппа оказалась ложной. Нет ни атомов, ни пустоты, и даже глагол «есть» приходится понимать в такой форме, в которой никто ранее не мог себе представить. В современной физике материализм потерпел абсолютный крах — оказалось, что мир невозможно разъять на части. И недаром многие современные наследники «Дидерота-философа», возлагавшего такие надежды на просвещение, являются врагами и науки, и образования.

Физтех подошел к концу. Я закончил его в 1977 году с красным дипломом. Мне повезло, я устроился в «Давильню» стажером и летом того же года переехал из московского общежития Физтеха в подмосковный городок Троицк, на сороковом километре Калужского шоссе, где «Давильня» находится до сих пор. На пятом курсе института мне удалось сменить профиль работы, и теперь я числился теоретиком.

Глава 4
Начало научной карьеры

Не знаю, что стало с ним сейчас, но в конце 1970-х годов Троицк был очень милым городком, протянувшимся вдоль Калужского шоссе. На стороне шоссе, противоположной городку, далеко-далеко простирался лес. Летом в лесу этом было полно грибов, что и составляло основную часть моего рациона. До переезда в Троицк я грибами никогда не увлекался, так как в тех местах, где я жил, их просто не было. А тут на меня нашло вдохновение: я купил маленький справочник по грибам, где, например, было очень толково описано, как отличать ложные (смертельно ядовитые) опята от настоящих, и, вооружившись им, пошел в лес. Первые же грибы, на которые я наткнулся, были именно опята. Ложные росли едва ли не вперемежку со съедобными, но, следуя книге, я выбрал жизнь и с честью выдержал испытание. С тех пор моя страсть к грибам никогда не умирала, хотя до такой утонченности в их употреблении, как Виктор Пелевин, я не доходил и вратами в духовный мир для меня они никогда не служили.

Мне дали маленькую комнатку в четырехкомнатной квартире, выполнявшей роль одного из общежитий «Давильни». Каждую комнату квартиры занимали молодые сотрудники института; в проходной комнате, где тоже стояли кровати, в момент моего появления никто еще не жил, хотя в скором времени жилец появился и там. После шести лет в физтеховских общагах иметь отдельную комнату было почти райским блаженством.

Я уже говорил, что проходная комната в нашей квартире некоторое время пустовала. Но однажды дверь в мою комнатку отворилась и на пороге возникла босая фигура в майке на голое тело и в армейских галифе. В одной руке фигура держала портянку. «Вот, сорок лет и — портянка!» — изрекла фигура, считая, по-видимому, формальное представление излишним. Это был наш новый пожарник. К счастью, появлялся он не каждую ночь и, даже когда появлялся, не каждый раз напивался до потери сознания.

Начальником теоротдела «Давильни» был Роберт Архипов, ученик великого Ландау, человек порядочный. Он, в отличие от большинства завлабов, не эксплуатировал своих сотрудников, и мне была предоставлена свобода. За девяносто рублей в месяц я мог заниматься тем, чем хотел, и меня увлек к себе Саша

Барабанов. Мое первое вдохновение в большой науке пришло из обзорной статьи американского профессора Чандра Вармы, человека, с которым я через пятнадцать лет встретился в Америке и продолжаю встречаться до сих пор. Скажу сразу: стиль американской физики, как тогда, так и сейчас, отличается от того, к чему я, по своему консерватизму, привержен, чересчур большой свободой. Вот если надо, чтобы дважды два было пять, так оно будет. Конечно, не всякий раз, но иногда… Короче, достать из рукава туза порой дозволяется. «Нормальный человек не может быть не плутом».

Как бы то ни было, из статьи Чандры, хоть он и давал понять, что описанная им проблема решена и делать там больше нечего, было ясно как день, что ничего не ясно и работы в той области, о которой он говорил, хватит еще на десятки лет. Так оно и вышло.

Мы с Барабановым страстно взялись за проблему, которая вот уже добрых тридцать лет называется проблемой тяжелых фермионов и представляет собой одну из нерешенных загадок в той области физики, которой я занимаюсь. Я не буду утомлять читателя подробностями, а лучше расскажу про самого Барабанова.

Отец Александра Федоровича (Саши) Барабанова был при Сталине министром гражданской авиации. От него осталась квартира на Красной Пресне с высоченными потолками, старинной мебелью и постепенно убывавшим количеством хрусталя. Саша был диссидентом, общался с самой что ни на есть неблагонадежной публикой и здорово пил. Одним из его коронных выражений было «я пошел развиваться далее». Это означало, что он уходит в запой. Хуже всего было то, что запои его сопровождались странствиями; он был, так сказать, перипатетик. Не было в природе силы, которая могла бы удержать Сашу в его «развитии». Помню, однажды мы, то есть Саша, я и еще один сотрудник «Давильни» по кличке Богус, справляли в моей комнатке в Троицке мой день рождения, который приходится на 23 марта. На улице была типично мартовская погода, то есть около нуля, талый снег, солнце, слякоть. После того как наш португальский портвейн иссяк, Барабанов объявил о своем намерении развиваться далее, а мы с Богусом, желая этого не допустить, спрятали его куртку и заперли внешнюю дверь на ключ. Тогда, с чрезвычайным достоинством и не выказывая ни малейшего признака спешки, Саша, с недопитой рюмкой в руке, выбрался через окно и, не забывая время от времени отхлебывать живительную влагу, медленно удалился в подмосковные пространства, чтобы исчезнуть там на несколько

дней.

Через Сашу я узнал много такого, что советская власть хотела скрыть. Среди его друзей был основатель Московской Хельсинкской группы Юрий Александрович Орлов, которого как раз тогда арестовали и посадили в тюрьму. Орлов живет сейчас в городке Корнелл штата Нью-Йорк и все еще работает (он физик, специалист по ускорителям элементарных частиц). Он иногда приезжает к нам в Брукхэйвенскую национальную лабораторию, я несколько раз с ним разговаривал. Такой вот маленький мир и тоненький слой.

Говорят, что на осине не растут апельсины, но, что касается Саши и его друзей, многие из которых были отпрысками или близкими родственниками людей, занимавших при Сталине крупные посты, эта поговорка на них явно не распространялась. Это были чрезвычайно благородные и интеллигентные люди, и Саша среди них — первый. Отмечу двух: Костю Кикоина, чей дядя Исаак Кикоин возглавлял секцию разделения изотопов в советском атомном проекте (думаю, самую важную в техническом отношении) и Витю Флерова, чей дядя был крупнейшей фигурой в том же проекте. Это он известил Сталина в 1942 году письмом о том, что пора бы и нам начинать работу над бомбой. Витя и Костя сейчас работают в Израиле, и иногда мы встречаемся на конференциях.

Я написал кандидатскую диссертацию довольно быстро, даже и не поступая для этого в аспирантуру, а формально оставаясь на должности стажера. Помню, как директор «Давильни», который вообще считал теоретиков чем-то бесполезным, ворчал по этому поводу вот, мол, еще один становится неуправляемым (у кандидата, работающего в институте Академии наук, появлялась некоторая свобода, так как какая-никакая зарплата была гарантирована, а выгнать человека было трудно).

1979 год, предшествовавший защите моей диссертации, был наполнен множеством ярких событий, отпечатавшихся в памяти. Самым главным было то, что в конце этого года я познакомился со своей будущей женой. Я увлеченно работал, было полно друзей, культурная жизнь в Москве кипела, и нашему академгородку немало от этого перепадало. К нам приезжали интересные люди, та же Галина Андреевна Белая, о которой я писал выше. Приезжал Вячеслав Всеволодович Иванов, известный семиотик, человек, знавший около семидесяти языков, среди них штук десять мертвых, таких, как, например, язык хеттов.

Говорили, что он знает даже язык пчел. Приезжал в «Давильню» со своим концертом (одним из последних) Владимир Высоцкий.

Нужно сказать, что отличительной чертой советский научной интеллигенции были ее широкие гуманитарные интересы. Я был совершенно не одинок в своем увлечении живописью, литературой, историей и даже философией. На Западе этого совершенно нет, научный работник здесь — почти исключительно технарь, чей духовный голод по большей части удовлетворяется последним номером «Ньюйоркера».

Защитился я в марте 1980 года. Для того чтобы получить право на защиту диссертации, мало было ее написать, нужно было сдать ряд экзаменов, среди них экзамен по марксистско-ленинской философии. Я думал, что, как это было в Физтехе, можно почитать книжки и пойти сдавать. Не тут-то было. К нам в Троицк прислали марксистского начетчика из Института философии АН СССР, который провел с нами серию семинаров. Это был шок, хотя и очень поучительный. Мы занимались дисциплиной, основные достижения которой, как выяснилось в ходе семинаров, противоречили той философии, которую нам надлежало зубрить и сдавать! Основной книгой, на которую эта «философия» опиралась, была книга Ленина «Материализм и эмпириокритицизм», где он высказывался по поводу современной ему физики (написана в 1910 году). Там были перлы типа «с помощью пятого измерения ребеночка не родишь», но были, надо сказать, и прозрения. Владимир Ильич совершенно недаром всполошился, так как угроза, созданная исповедовавшейся им «научной» философией, была вполне реальной, а он полагал, что мировоззрение жрецов революции должно быть когерентным и не содержать прорех. Опус Ленина нужно было знать практически наизусть. Я быстро понял, что это мне не по силам, так как, несмотря на свою хорошую память, не мог запомнить просто ничего. По какому-то наитию я стал читать эту книгу, запивая ее разведенным наполовину водой сухим грузинским вином «Саперави». Это помогло.

Были и другие курьезы. Помню, как в «Давильню» приезжал какой то шарлатан с лекцией о филиппинских целителях, летающих тарелках и прочем в том же роде. Среди множества щекочущих нервы киносюжетов, показанных им на экране, был один, который особенно меня позабавил. Снят он был предыдущей зимой, особенно морозной (в Самаре температура на Новый год упала до -47 ˚С, а в Москве — до -35 ˚С). И вот на экране, среди закутанных с головы до ног прохожих, по улице шагает веселый могучий старик с развевающейся бородой,

босиком и в одних трусах. Оратор поведал нам, что это Иванов, человек, проповедующий близость к природе и скорое пришествие инопланетян. Это имя я услышал потом не раз, так как Иванов основал целую секту, среди последователей которой оказались даже некоторые из моих знакомых. В своих писаниях он утверждал, что скоро на Землю высадятся инопланетяне и выживут только те, кто научится «брать от природы не только хорошее, но и плохое».

Мысль о том, что от жизни придется брать плохое, посещала нас в то время не только в связи с возможным нашествием инопланетян. Было отчетливое впечатление, что дело идет к тому, что холодная война может в какой-то момент перейти в горячую. Это чувство особенно усилилось во время правления Андропова. Мне часто приходится слышать, что угроза войны была иллюзорной и вся эта гонка вооружений была не более чем политической игрой. Я убежден в ошибочности этого взгляда. Марксистская ортодоксия всегда утверждала: пока существует мировая капиталистическая система, война неизбежна. Это то, что мы учили на занятиях по марксизму-ленинизму, то, что читали в статьях Ленина. Конечно, были и всякие разговоры о мирном сосуществовании, но в успех его верилось с трудом, так как все время то тут, то там вспыхивали военные конфликты и никакой уверенности в том, что однажды терпение одной из сторон не лопнет, не было. Расскажу эпизод, который подтвердил мои худшие опасения. Году в 1978-м мне довелось познакомиться с одним военным биологом, чья дочь проявляла ко мне интерес. Это был очень начитанный человек с широкими культурными интересами, жизнелюб. Зашел разговор о возможном ядерном конфликте. То, что он сказал, поразило меня до глубины души и поражает до сих пор. Во-первых, он заявил, что, по его мнению, ядерная война неизбежна. На мое удивление, настроен он был довольно оптимистически: «Ну конечно, все города выгорят, а деревня останется. Для меня лично проблема только в том, чтобы на начало войны оказаться в отпуске в деревне. Но зато какой прогресс в разработке очистных сооружений будет после войны! Все же придется чистить!» На мой вопрос о радиации он ответил, что присутствовал на двадцати ядерных испытаниях и по опыту может сказать, что радиация падает до приемлемого уровня через два-три дня. Далее он поведал нам, что занимался медицинскими исследованиями населения, пившего воду из зараженных рек (читатель, ты еще ностальгируешь по прекрасным «временам застоя»?), и «уровень раковых заболеваний возрос не сильно». Читающие эти строки могут сказать мне, что мой собеседник, наверное, был просто дурак. Однако это объяснение не вяжется

ни с занимаемой им должностью, ни с суждениями его по другим предметам, которые, в общем, были весьма здравыми.

Думаю, что он был не дурак, просто дело обстояло намного хуже. Передо мной был пример глубочайшего конформизма. Человек врал самому себе, чтобы вписаться в систему, и заврался до такой степени, что сам верил своему вранью. А врал он, чтобы соответствовать ожиданиям начальства. С таким явлением я, кстати, сталкивался в жизни очень часто, хотя и по менее серьезным поводам. Весь абсурд этого конкретного вранья обнажил Чернобыль. Однако сколько еще другого осталось…

Медитация. О числах

С тихим звоном, стройно и нескоро
Возносясь над чуткою водой,
Золотые числа Пифагора
Выпадают мерной чередой…

М. Волошин

Роль чисел в нашей жизни, равно как и более общего знания, на числах основанного, математики, так же огромна, как и загадочна. Хотя, наверное (и, на мой взгляд, почти наверняка), не все знание, которое человек может получить об этом мире, может быть поверено математически, но вряд ли можно спорить с тем, что та часть, которую можно таким образом поверить, является наиболее бесспорной и надежной. И здесь пролегает тайна, и, как говорится, тайна сия велика.

Сначала немного истории. Чем вообще занимается наука? Мы уже говорили об этом: изучает законы природы. Утверждение это, являясь, по-видимому, очень простым, содержит в себе два исключительно нетривиальных предположения. Во-первых, утверждается, что у природы есть законы (иначе и изучать было бы нечего), и, во-вторых, что мы можем их познать (иначе задача науки была бы безнадежна). Идея законов природы возникла у человечества далеко не сразу; есть основания связывать ее возникновение с религиозно-философским обществом, образовавшимся в VI веке до н. э. вокруг древнегреческого мудреца Пифагора. Существование законов природы, однако, совсем не гарантирует их познаваемость не только существом с такими мыслительными способностями, как человек, но и в принципе. То, что мир можно познать, исходя из какого-то опыта о нем, основано на том, что мир этот в высокой степени регулярен, то есть наполнен множеством похожих друг на друга событий. Само по себе существование законов природы этого совсем не предполагает. Так как читателю такое утверждение может показаться неожиданным, поясню подробнее.

Возьмем классическую механику, то есть подотдел

физики, занимающийся движением макроскопических (то есть, проще говоря, видимых) тел. Такое движение описывается законами Ньютона, которые, как известно, являются детерминистскими. То есть, если в настоящее время нам известны координаты и скорости частиц, составляющих систему, уравнения Ньютона позволят рассчитать их положения и скорости в любой момент будущего или прошлого (долой все тонкости квантовой механики, частицы большие, ну хоть биллиардные шары — квантовой механики нам здесь совсем не нужно). Итак, будущее такой системы вроде бы можно предсказать. Однако есть тонкость. Среди механических систем имеются те, поведение которых не очень чувствительно к начальным условиям. Например, вы заводите свой автомобиль, и, стоит ли он в гараже, или у магазина, или где-нибудь на обочине, если с ним «все в порядке», он заводится и едет. И тут даже без особенно сложной математики можно руководствоваться каким-то опытом и составить вполне разумные ожидания о том, что будет происходить. Однако есть и другие системы, так называемые хаотические. Системы эти подчиняются тем же самым законам, однако их поведение исключительно чувствительно к начальным условиям. Поэтому определить «на глаз», что будет с ними дальше, выработать какую-то качественную картину ожидаемого не представляется возможным. Примерами таких систем является бурлящая вода (турбулентность) или атмосфера (хорошо известно, что предсказания погоды ненадежны, а долгосрочные — невозможны). На самом деле все обстоит еще более драматично. Дело в том, что расхождение начальных данных в таких системах приводит к расхождению траекторий, которое увеличивается со временем экспоненциально. Поэтому не только человек, но и никакой компьютер не сможет посчитать, к чему приведет малое изменение начальных данных через произвольный отрезок времени. Вернемся к предсказаниям погоды. Чем в более далекое будущее мы пытаемся заглянуть, тем неопределеннее оно становится, и за пределами десяти дней, я думаю, никакие мало-мальски детальные прогнозы просто невозможны.

Так вот, условием самой возможности знаний является относительная регулярность нашего мира, основанная на том, что хаотические системы занимают в нем относительно небольшое место. Для дотошного

читателя добавлю: положение это в классической механике оправдано теоремой Колмогорова-Арнольда-Мозера, которая утверждает, что большинство механических систем, хотя и не являются интегрируемыми (то есть такими, где уравнения движения могут быть решены аналитически), большое количество времени проводят вблизи траекторий интегрируемых систем.

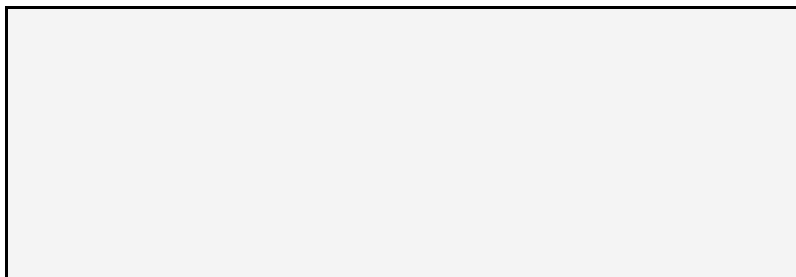
Следующим утверждением, которое тоже, по-видимому, принадлежит пифагорейской школе, является то, что наиболее адекватным языком, на котором можно обсуждать законы природы, является язык математики. Многие высказывания о природе, выразить которые на обыкновенном языке чрезвычайно сложно, становятся совершенно ясными и прозрачными, будучи сформулированы математически. Наверное, читатель слышал, что Пифагор заметил сходство между законами, управляющими движением планет, и законами музыки. Для человека, математически мыслящего, это сходство очевидно, он как бы слышит это, отсюда и выражение «музыка сфер». Гармония небесного свода подобна гармонии музыкальной. Так же как для восприятия последней у человека должен быть «слух» (что есть не только, да и не столько уши), так и для восприятия законов природы нужен некий внутренний орган, «умный слух».

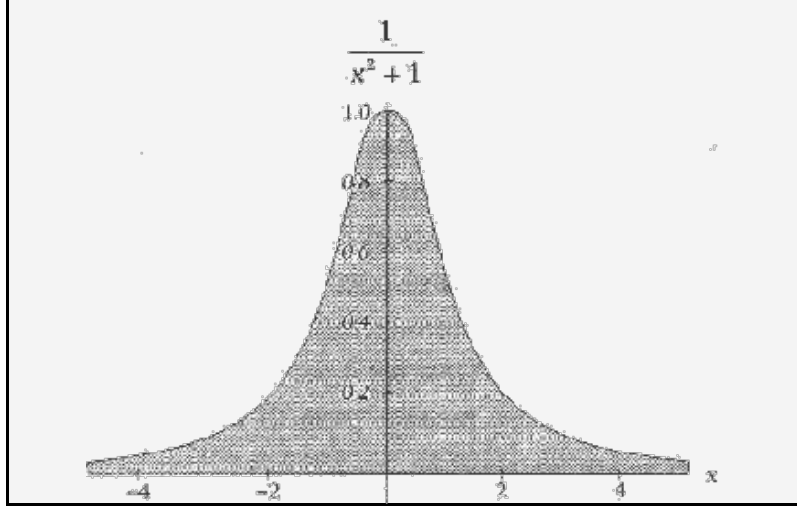
Нетривиальность ситуации в том, что математика является «абстрактной» наукой. Когда в разговорной речи употребляют термин «абстрактный», то имеют в виду что-то, не имеющее отношения к реальной жизни. И конечно же, с математикой это в 90 % случаев так. То есть можно заниматься ею самой по себе, совершенно не обращая внимания на происходящее вокруг и не имея в виду, что результаты твоих исследований кому-нибудь, кроме твоих коллег, пригодятся. У математики есть свои внутренние проблемы, она движима своими внутренними импульсами. И вдруг!.. И вдруг результаты этих кабинетных изысканий оказываются совершенно необходимыми при изучении природы, того мира, от которого математик отвлекся и затворился. Меня лично это всегда глубоко потрясало, и без преувеличения скажу, что мой непреходящий интерес к физике основан в большой мере на этом.

Примеров того, как абстрактные идеи переставали

быть абстрактными и становились в высшей степени конкретными, можно приводить бесконечно. Ну, возьмем хотя бы историю самого понятия числа. Начиналась она как раз с другого конца, то есть теория шла за практикой. Сначала думали, что есть только целые числа и дроби, потом обнаружили, что есть и иррациональные числа, такие как квадратный корень из двух или отношение длины окружности к ее диаметру (число «пи»). Все это пришло из непосредственных наблюдений; нужно было соотнести длину диагонали квадрата с его стороной или длину окружности с ее диаметром. Пифагорейский мир от этих открытий чуть не рухнул: человека, открывшего иррациональные числа, говорят, утопили. Но вот история появления мнимых чисел несколько иная (напомню, что мнимым числом является произведение любого «обычного» числа и квадратного корня из минус единицы; последний в математике обозначается символом i). Мнимые числа возникли в математике (кажется, в XVI веке) как промежуточная ступень при решении алгебраических уравнений, то есть из нужд самой математики. Долгое время казалось, что их использование есть просто вопрос удобства и ничего глубокого за ними не стоит. Действительно, такими числами для простого счета пользоваться нельзя; не может же быть i яблок или расстояние от одного города до другого не может равняться i километрам. Однако оказалось, что мнимые числа очень даже нужны для физики, не просто нужны, а так нужны, что обойтись она без них просто не может.

Чтобы обсуждение не выглядело совершенно отвлеченно, приведу пример применения комплексных чисел. Вот, скажем, нам надо посчитать площадь под кривой, заданной уравнением $y = 1/(x^2 + 1)$, часть которой изображена на рисунке (предполагается, что кривая простирается от минус до плюс бесконечности, но этого, понятно, не нарисуешь).





Математически эта задача эквивалентна вычислению интеграла:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{dx}{x^2+1}$$

Все числа и функции здесь действительные, что очевидно хотя бы из того, что площадь под кривой (закрашена на рисунке серым цветом) действительна. Однако оказывается, что интеграл очень просто вычисляется, если переопределить его как интеграл от комплексной функции. Он равен π = 3,14159… Разумеется, я привел самый простой пример; в данном случае интеграл можно посчитать и без комплексных чисел, но есть множество примеров, когда этого сделать нельзя.

На мнимых числах расширение понятия числа не остановилось. В начале XIX века были введены кватернионы, перешедшие в физику сто лет спустя. В конце XIX века появились так называемые Грассмановы числа, названные так по имени открывшего их немецкого математика Германа Грассмана. Представьте себе объекты, которые можно перемножать (но не делить друг на друга) и складывать, а также интегрировать. Отличие

этих объектов от обычных чисел состоит в том, что произведение двух Грассмановых чисел *ab* меняет знак, когда сомножители меняются местами: *ba* = — *ab*. Соответственно, произведение любого Грассманова числа на себя равно нулю. Звучит как игра абстрактного ума, не правда ли? Оказалось (через сто лет), что квантовая теория поля без таких чисел не может обойтись.

А не вспомнить ли историю геометрии Лобачевского? Задал человек себе вопрос: можно ли построить логически непротиворечивую геометрию, отказавшись от постулата о том, что параллельные прямые никогда не пересекаются. Выяснилось, можно. Казалось бы, чистая абстракция. Практики (типа Чернышевского) говорили, что Лобачевский просто сумасшедший. А потом еще более сумасшедший немецкий математик Риман построил общую теорию таких геометрий, куда геометрия Лобачевского вошла как частный случай. А через несколько десятков лет Альберт Эйнштейн воспользовался этими «праздными измышлениями» для создания общей теории относительности, теории непревзойденной красоты и изящества.

Итак, математика, являясь абстрактной и отвлеченной наукой, самым неожиданным образом приносит вполне конкретные плоды. Однако на этом чудеса не кончаются. Давайте зададим себе вопрос: где находятся те объекты, которые математика изучает? Даже самая прикладная математика не имеет дела непосредственно с вещами и явлениями этого мира. Вместо этого она имеет дело с какими-то моделями, идеализациями типа идеальной сферы или окружности. В природе ничего такого совершенного нет (как говорил Гегель, «природа бессильна следовать идее»). Все утверждения математики касаются таких вот идеальных объектов. Например, доказал Пифагор теорему о том, что сумма квадратов катетов прямоугольного треугольника равна квадрату гипотенузы — но где эти треугольники? А вот еще вопрос: выдумал Пифагор эту теорему или открыл? Если бы никто к настоящему времени не доказал этой теоремы, была бы она верна? Или: если все математики когда-нибудь исчезнут, останется ли верной теорема Пифагора? Ясно поэтому, что мир математики принадлежит к миру идей —

разумных нематериальных сущностей, существующих объективно, вне нашего желания и воли.

Еще немного о числах. Как для пифагорейцев, так и для многих других мыслителей, мистиков и философов, числа не представляли из себя какой-то безразличный ряд, а обладали некой индивидуальностью. Казалось, что некоторые из них обладают особым смыслом. «Кто имеет ум, тот сочти число зверя, ибо это число человеческое; число его шестьсот шестьдесят шесть» (Отк 13, 18). Имеют ли эти представления под собой какую бы то ни было рациональную основу? Ну вот, например, что было бы, если бы у пространства, в котором мы живем, было не три измерения, а больше или меньше? (Я обсужу этот вопрос подробнее в одной из медитаций.) Было бы вот что: в пространстве более чем трех измерений не существовало бы стабильных атомов, так как электрическое поле не могло бы удержать электроны около ядра, а в пространстве с менее чем тремя измерениями атомы были бы настолько стабильны, что их ионизация была бы невозможна и никаких химических реакций не происходило бы. Так что, с одной стороны, — полный распад, а с другой — полный застой. Таким образом, число «три» здесь выступает, как весьма специальное, пограничное. Или, скажем, число «четыре». Это валентность атомов углерода, с такой валентностью они могут образовывать длиннющие цепочки, в которых две связи каждого атома идут на формирование костяка цепочки, а на две оставшиеся можно насаживать, как буквы, другие атомы (водород, кислород, фосфор и т. д.). Получается идеальное хранилище информации: строка и буквы на строке. На этом и стоит вся биология. Это примеры важных (для нас, разумеется) целых чисел. Однако роль некоторых иррациональных чисел представляется мне неизмеримо большей. Вот, например, основание натуральных логарифмов e = 2,721828… или «пи» = 3,14159… встречаются чуть не в каждой физической формуле. Кстати, e представляется в довольно забавном виде, как предел последовательности $(1 + 1/n)^n$ где n целое число при n, стремящемся к бесконечности.

В каждом движении мысли находятся люди, доводящие идею до предела, переходящего в абсурд. Так

и приведенные выше чудесные свойства математики породили представления о том, что мир может быть описан, так сказать, на кончике пера, что законы его можно извлечь, постулируя несколько аксиом и далее руководствуясь соображениями непротиворечивости. То есть, если аксиомы выбраны правильно, то построить правильную теорию можно, не оглядываясь на эксперимент. Последний, может, и нужен для правильного выбора аксиом, но не более того. Такая точка зрения не является очевидно абсурдной. В истории науки известны примеры, когда теории удивительной сложности строились, исходя из общих соображений и при практически полном отсутствии экспериментальных данных. Примерами являются теория относительности (как специальная, так и общая) и теория античастиц Дирака (Дирак предсказал существование античастиц, построив математически непротиворечивое объединение квантовой механики и теории относительности). Однако надежды такого «математического фундаментализма» были окончательно похоронены австрийским математиком Куртом Геделем, который доказал, что даже такой относительно простой раздел математики, как теория натуральных (то есть целых положительных) чисел, не может быть построен на основании не только конечного, но даже бесконечного, но счетного количества аксиом. То есть какую бы непротиворечивую систему аксиом мы ни брали, всегда найдутся истинные факты, касающиеся натуральных чисел, которые в рамках этой системы не могут быть доказаны. Так как наука о натуральных числах входит как составляющая в любой отдел математики и физики, то теорема Геделя распространяется на все математическое знание. Значит, от мира отгородиться не удается.

Глава 5
Научно-Исследовательский Институт Чародейства и Волшебства

Куда бы нас ни бросила судьбина,
И счастие куда б ни повело,
Все те же мы: нам целый мир чужбина,
Отечество нам Царское Село…

А. С. Пушкин

Читателю будет отрадно узнать, что наши ученые-естественники, в частности физики, уехав из своего отечества, отнюдь не пропали. Чтобы понять, почему случилось так, что мозг и талант оказались чуть ли не единственным, кроме разве что полезных ископаемых и проституток, востребованным продуктом советского (да и постсоветского тоже) экспорта, давайте присмотримся поближе к самому продукту. Западный глаз различает на нем только «made in USSR», а вот наш, более внимательный, заметит, что большинство физиков окончило один и тот же вуз: Московский физико-технический институт, о котором я уже много говорил в предыдущих главах, а большинство теоретиков происходит либо из Института теоретической физики имени Ландау или же как-то связано с научной школой Ландау.

Я не буду здесь распространяться о личности Ландау, которого по молодости лет никогда не встречал. Факт невстречи, однако, не мешает мне считать себя его учеником, так как Ландау оставил нам ПИСАНИЕ в форме курса теоретической физики — канонический текст, без которого никакой школы Ландау не было бы. И строго наказал сей курс учить, сказав, что эти тома содержат МИНИМУМ того, что теоретику надлежит знать. И учили, и экзамены сдавали ученикам Ландау, а потом ученикам его учеников. Экзамены не были обязательными, но ведь стыдно было казаться неучем…

Ландау, кстати сказать, гениально понимал, что физика образует единство, что нет по отдельности астрофизики, физики элементарных частиц, физики металлов, физики выгребных ям и

т. п., а есть ФИЗИКА. Наверное, он был не один такой, кто понимал это и понимает, но уж больно рельефно это понимание выразилось в его курсе. Для меня лично интуиция этого единства всегда была источником бесконечного вдохновения и интереса, а также выражением величайшей тайны природы. Поясню, в чем дело. Дорогой читатель, если ты еще не совсем позабыл ту математику, которой тебя учили в институте, возьми в руки тома Ландау и Лифшица. Даже не вникая в суть написанного, ты заметишь, что математические уравнения в томах, посвященных совсем разным разделам физики, очень похожи. Вот тут речь идет о гидродинамике (это о течении всяких жидкостей, в том числе воды), а вот тут про движение электронов в металлах. А вот тут про электромагнитные явления (радиоволны, свет). Предметы совершенно разные — воду мы видим невооруженным глазом, а электроны нет, а вот законы их движения, оказывается, похожи… Чудо и тайна в том, что во всем огромном диапазоне природы, в разных масштабах пространства и времени «проигрываются» одни и те же идеи. Интуиция этого была уже у Пифагора, заметившего сходство законов, управляющих движением небесных тел и струн лиры. Можно сказать, что в музыке сфер одна и та же мелодия исполняется разными инструментами в разных тональностях (мой собеседник по журналу «Сноб» композитор и пианист Владимир Генин сказал мне, неучу, что такая музыка была бы похожа на Стравинского). Математика черных дыр похожа на математику эффекта Холла, хотя дыры эти огромны и массивны, а эффект Холла наблюдают внутри маленьких транзисторов. Механизм образования масс элементарных частиц тот же самый и описывается так же, как механизм выталкивания магнитного паяя из сверхпроводников (этот механизм теперь используют сверхскоростные поезда, так называемые levitating trains). И открыли его совместно Питер Хиггс (частичник) и Филип Андерсон (теоретик, специализирующийся в области физики твердого тела).

Институт Ландау был страшно мал, крохотная пристроечка, притулившаяся к столовой соседнего советского монстра — Института химической физики АН СССР в Черноголовке. Там, за забором, царили другие порядки, там работали серьезные люди. А мы были и остаемся людьми в высшей степени несерьезными.

И своим внешним видом и содержанием институт напоминал легендарный НИИ ЧАВО (Научно-Исследовательский Институт Чародейства и Волшебства из книги Стругацких «Понедельник начинается в субботу»). Однако если НИИ ЧАВО был мал лишь с внешней стороны, а внутри был практически бесконечен,

физически ИТФ был мал и внутри, а огромен он был только в идеальном мире, благодаря мыслительной мощи своих сотрудников. Места для всех не хватало, и большинство народу приходило только раз в неделю, по пятницам, на семинар и ученый совет. В пятницу институт заполнялся до предела, люди толпились в коридорах, поскольку мест в комнатках-«офисах» не было, во все же остальные дни работали дома. Ядро сотрудников составили ученики и младшие сотрудники Ландау, а молодую поросль поставлял московский Физтех под зорким присмотром нашего директора Исаака Марковича Халатникова. Исаак Маркович не был наделен изысканными манерами У- или А-Януса Полуэктовичей. И, не в обиду ему будет сказано, достижения его в науке не были столь велики, как у многих сотрудников института. Но, и говорю это без всякой лести, ибо никогда меня лично Исаак Маркович не выделял, он — великий человек. Жестковатый и грубоватый с виду Исаак Маркович проявлял себя гением смирения, и без него института не было бы НИКОГДА. Халат (так его в глаза называл Ландау, а за глаза — все остальные) умел не бояться гениальных людей, умел терпеть (а это было надо!) их вокруг себя. Редкий человек на такое способен, Пушкин мне свидетель. Сальери не смог терпеть одного Моцарта, а там была целая толпа. К тому же Халат имел острый глаз на способную молодежь, которую он приводил отовсюду в институт, зная, что в других местах, где начальство продвигало больше тех, кто умел сгибаться и кланяться, нам жить невмоготу. А внутри института был оазис, ну пусть не свободы, так вольности (разницы мы, по наивности, не замечали). Были стукачи, кого-то мы знали, кого-то нет. Вот характерная сценка: в пятницу от метро «Щелковская» едет в Черноголовку институтский автобус; на переднем сиденье вальяжный и барственный Володя Фатеев перебрасывается в картишки с известными стукачами, на задних сиденьях записные комсомольцы трендят какую-то фрондерскую белиберду, посередке незабвенный Жора Рязанов (про него нужна отдельная книга!) рассуждает о том, что Содом и Гоморра были прообразами коммунистического общества, а Миша Фейгельман говорит о физике с таким видом, будто хочет дать тебе в рожу…

Сходство с НИИ ЧАВО простиралось даже до уровня сходства характера сотрудников. В Фейгельмане можно было безошибочно угадать грубого Корнеева, Роман Ойра-Ойра напоминал Сашу Белавина, а черты Кристобаля Хунты были и у Льва Петровича Горькова, и у Саши Полякова. Выбегаллы вот не было, что правда, то правда. Но некоторое количество тех, у кого в ушах росли волосы, было.

Спорили, орали друг на друга, а потом, как ни в чем не

бывало, шли пить чай или винцо. Я помню один из докладов Саши Мигдала, когда его совершенно достал Володя Грибов. Мигдал орал на него благим матом и топал ногами: «Вы мешаете мне докладывать!», а Грибов, как ни в чем не бывало, продолжал задавать свои вопросы. И ничего, кончился доклад и разошлись друзьями. Теперь это исчезло, исчезло навсегда. Здесь, на Западе, даже задать вопрос на семинаре считается невежливым, уж про споры и говорить нечего. Профессор — важная персона, к шуткам относятся с опаской, вдруг public image пострадает. Скука… Они и сами это чувствуют, раньше просили: «Устройте нам русский семинар!» Но я давно отложил пустое попеченье…

Вот еще пара историй из быта НИИ ЧАВО. Донимали нас регулярно «сумасшедшие». Как правило, через ЦК. Приходит, бывало, оттуда в институт какой-нибудь фолиант, содержащий в себе «теорию всего» с таким примерно вступлением: «Я чувствую в себе огромные интеллектуальные силы, но, к сожалению, лишен образования. Так вот, если ЦК найдет возможным дать мне на подмогу пару академиков…» Институт должен был проверить, насколько научные притязания авторов этих трудов серьезны. Раз дело пошло дальше переписки. Один такой одинокий гений, построивший ни много ни мало, общую теорию поля, сумел серьезно заинтересовать своей персоной Военно-морской флот. И вот этот товарищ является в Черноголовку в сопровождении целого взвода высоких чинов на предмет того, чтобы сделать нам публичный доклад и получить от нас оценку. Мудрый Исаак Маркович обращается к нашим «герцогам» (мы, мэнээсы, конечно, не в счет, нам молчать полагалось): «Он человек искусный, так что на ошибках в нулях функций Бесселя его не возьмешь. Нужно что-то посерьезнее». Итак, идет доклад, идея за идеей, черные дыры, кварки, поля. Научная общественность молчит, притаилась, ждет, когда Ахиллес обнажит пяту… И вот он, момент! Удар наносит блистательный Горьков: «А Гамильтониан ваш какой имеет вид?» Гений смущен и объявляет перерыв. В перерыве он объясняет высоким чинам, что самая важная часть его теории — та, из которой и следуют все его выводы, засекречена. Исаак Маркович доволен, лучшего он не мог и ожидать. «Ну, если Гамильтониан засекречен, мы ничего не можем сказать. Обратитесь к нашим коллегам в Дубну».

Замечу вскользь, что народная мечта о том, что эта высокомерная коллегия жрецов, этот научный истеблишмент, будет наконец посрамлена каким-то выходцем из низов, нигде не учившимся, а так, одной силой ума превзошедшим всю эту пыльную книжную мудрость, — мечта эта жива! Ее лелеют и Голливуд, и «Нью-Йорк Таймс» и высоколобый «Нью-Йоркер»…

Им всем две тысячи лет назад ответил Евклид: «Царского пути в геометрию нет». Ни царского, ни пролетарского, ни журналистского.

Одним из величайших наставников юношества в институте был Анатолий Иванович Ларкин (ныне покойный). Он не был учеником Ландау, его учил старший Мигдал. Автор множества оригинальнейших идей, человек, воспитавший по меньшей мере восемь докторов наук, между прочим, научных титанов (это Ю. Овчинников, Д. Хмельницкий, К. Ефетов, П. Вигман, Л. Иоффе, В. Гешкенбейн, К. Матвеев, И. Алейнер), Анатолий Иванович с виду был тугодум. Начнешь с ним обсуждать что-то, а он засыпает. Надо было не смущаться и продолжать говорить. В конце монолога Анатолий Иванович просыпался и давал ответ. Всегда правильный. Помню такую сцену: в комнате двое — А. И. храпит на диване, а Лева Иоффе скорчился в кресле. Лева обращается ко мне, в глазах — мука: «Ну вот, он-то спит, но он и думает, а я, когда сплю, так я просто сплю!»

Перечислю несколько конкретных достижений института:

1. Микроскопическая теория сверхпроводимости (Лев Горьков, Герасим Элиашберг, Алексей Абрикосов). Последний получил Нобелевскую премию за теоретическое предсказание того, что сейчас называют «вихрями Абрикосова»;
2. Внедрение методов квантовой теории поля в физику конденсированного состояния. Это отражено в классическом труде А. А. Абрикосова, Л. П. Горькова и И. Е. Дзялошинского, написанного в 1960-е годы и до сих пор служащего непревзойденным учебным пособием для студентов всего мира. Мы называли эту книгу за ее зеленый переплет «зеленым чудовищем»;
3. Создание теории точного решения нелинейных дифференциальных уравнений определенного вида (так называемый метод обратной задачи рассеяния, его адепты — Владимир Захаров, Сергей Манаков и Александр Михайлов были прозваны Мигдалом младшим «обратными задачистами»);
4. Создание конформной теории поля (Александр Поляков, Александр Замолодчиков, Александр Белавин и примкнувший к ним Владимир Фатеев);
5. Разработка методов точного решения квантовых задач многих тел и применение ее к конкретным проблемам теории частиц и физики конденсированного состояния (братья Александр и Алексей Замолодчиковы, Павел Вигман, Владимир Фатеев и, отчасти, ваш покорный слуга);

6. Разработка методов суперсимметрии и их применение к теории неупорядоченных металлов и сплавов (Константин Ефетов).

Не могу удержаться, чтобы не рассказать анекдот. В конце 1990-х мой бывший аспирант Эндрю Грин, страшный бабник, бывший тогда в Принстоне постдоком, сидел там в кафе и читал книгу Кости Ефетова «Суперсимметрия в беспорядке и хаосе». В Америке, как известно, всё «супер» — супермаркеты, супергамбургеры и т. д. И вот какая-то девушка подошла к нему и спросила нежным голоском: «А что такое суперсимметрия?» Думаю, Эндрю не посрамил себя. Так научные труды Ефетова послужили делу любви.

Мой роман с институтом начался через Мишу Фейгельмана. В то время как мне пришлось пойти в «Давильню» и даже временно прикинуться экспериментатором, Миша поступил в теоргруппу, сдал все полагающиеся там экзамены и был принят (после скандала с физтеховской администрацией, которая не хотела делать такой подарок неблагонадежному человеку, читавшему «Гадких лебедей») в аспирантуру института Ландау. Научным руководителем его стал Валерий Леонидович Покровский. Интересы у нас с Мишей были в то время очень близкие и мы стали работать вместе. И так как практически никакой научной жизни в «Давильне» не протекало, я стал ездить на семинары в институт Ландау. Там я познакомился с другими ребятами моего возраста, одним из которых был Павел Вигман.

Надо сказать, что институт славился не только своими семинарами и наукой, но и банкетами. Каждая кандидатская, не говоря уже о докторской защите, отмечалась с невероятной помпой, и гулянье в Черноголовке могло продолжаться до утра. Конечно, вин, которые мы тогда пили, никто из нас сегодня бы в рот не взял, но тогда мы других не знали и в невежестве своем были счастливы. В декабре 1979-го Павел защитил кандидатскую (он был на год старше меня), и мы хорошо ее отпраздновали. Банкет проходил в его комнате в черноголовском общежитии аспирантов, куда набилось человек тридцать — вот уж, поистине, в тесноте, да не в обиде! Кажется, на следующий день Паша подошел ко мне и сказал: «Хватит заниматься ерундой, давай решать проблему Кондо!»

Проблема эта относится к разряду тех, что ныне входят в раздел физики сильно коррелированных систем. Конкретно проблема касается того, как микроскопическому магнитику, помещенному внутрь металла, удается до неузнаваемости изменить его свойства. Секрет богатырской силы этого малыша в

том, что он шаг за шагом перестраивает организацию отношений между электронами металла таким образом, что в конце концов они начинают ему помогать. Такие эффекты называются в физике коллективными и чем-то напоминают то, что происходит в человеческом обществе.

На решение проблемы Кондо научная общественность потратила немало времени и сил. Занимались ею, например, такие гиганты, как Алексей Алексеевич Абрикосов. Вигман нашел совершенно оригинальное решение, позволявшее в принципе решить математическую модель, описывающую ситуацию, точно. И вот система из огромного (почти что бесконечного) числа дифференциальных уравнений решилась (без всякого компьютера), и полученный ответ выглядел вполне обозримо. Оставалось извлечь из этого ответа описание физических свойств системы, и в этой-то работе Павел и пригласил меня поучаствовать. Скажу сразу, что мы блестяще справились с задачей. Результаты наших усилий суммированы в довольно фундаментальном труде, на который продолжают ссылаться и тридцать лет спустя.

Для меня наградой за труды по точным решениям была работа в институте Ландау. О своем назначении я узнал довольно оригинальным образом. В ту пятницу, приехав в институт, в обычной предсеминарской коридорной толкучке я оказался позади Халата. Халат, даже не оглянувшись (в этом не было нужды, так как глаза на спине у него, как у директора института, тоже были), просто указал пальцем себе за спину и сказал стоявшему справа от него Ларкину: «Ты знаешь, Толя, что мы берем на работу этого парня?» Так началась моя карьера в институте. Это был 1983 год.

Вот еще характерная зарисовка тех лет: докторская защита Вигмана. Наш друг Шура Нерсесян прислал на нее из Тбилиси два ящика грузинского вина. На водке же Павел (тогда еще Паша) решил сэкономить и заказал нашему другу Леве Иоффе, бывшему тогда аспирантом Ларкина, нагнать самогону. Лева спросил его, сколько раз гнать цикл, и легкомысленный Паша сказал, что хватит и одного. В результате получившийся продукт смог пить только Саша Дюгаев по кличке Русский Бельмондо, а народ прятал недопитые рюмки под стулья.

Перейдя в институт, я стал теснее общаться с Сашей Белавиным. Саша учил меня конформной теории поля и началам теории струн. По четвергам он вел в черноголовском общежитии аспирантов семинар, начинавшийся в десять вечера, когда младший сын Саши укладывался спать, и продолжавшийся до тех

пор, пока участники его не начинали клевать носом. У Саши была замечательная библиотека, набитая дореволюционными книгами, многие из которых нам тогда и не снились. Он собрал ее сам, путешествуя с рюкзаком по маленьким приволжским городкам (сам Саша из Нижнего Новгорода). Помню полку, на которой стоял полный комплект томов Еврейской энциклопедии. Статьи этой энциклопедии разительно отличались и по тону, и по уровню от статей советских. На другой полке стояли все девять томов Владимира Соловьева. Помню таинственную китайскую книгу «И Цзинь» («Книгу перемен»), содержащую в себе систему гадания и предсказания будущего, переведенную и прокомментированную учеником Рудольфа Штейнера Ю. К. Шуцким, погибшим в сталинских лагерях… Это было окном в иной мир, мир погибшей цивилизации, чья культура бесконечно превосходила ту, среди которой я вырос. Наверное, такие же чувства испытывал Петрарка, находя в монастырских библиотеках сочинения Цицерона. Впоследствии Саша стал моим крестным отцом. Появился тогда в моей жизни и еще один человек, о котором стоит рассказать отдельно.

Глава 6
Священный безумец

Георгий Васильевич (Жора) Рязанов был преоригинальнейшим человеком. Отец его природный русак, дважды Герой Советского Союза и сталинский генерал авиации, а мать — еврейка и истая коммунистка. Арестованный в 1936 году, отец просидел год под пытками, ничего не подписал и, может быть, потому, что его арест опередил главную волну террора, был выпущен на свободу. На вопрос Ворошилова о том, как с ним обращались в тюрьме, он ответил: «Как с врагом народа!» — что очень понравилось Сталину. После этого Василий Рязанов пошел вверх. После войны Жора провел некоторое время в оккупированной Советским Союзом Австрии, где охотился на озерах с отцовским «денщиком». Когда я познакомился с ним, от всего бывшего великолепия его жизни осталась квартира в «доме холостяков» в Большом Гнездниковском переулке, с трофейными австрийскими столиком и диванчиком.

Прости, читатель, я просто обязан сказать хотя бы пару слов о «доме холостяков». Это был один из первых высотных домов в Москве. Он был построен в 1913 году и задуман как обиталище состоятельных холостяков. Поскольку предполагалось, что холостяки не умеют готовить и не держат кухарок, а либо обедают в ресторанах, либо заказывают еду из трактиров, то кухни в квартирах не были предусмотрены. Квартиры по тем временам были небольшие, то есть состояли из одной огромной, пятиметровой высоты, комнаты и маленькой прихожей, ставшей при советской власти кухней. Критики считают, что Мастер встретил Маргариту напротив этого дома. Вполне возможно, так как в нем в начале 1920-х годов находилась редакция одного из разрешенных советской властью берлинских эмигрантских изданий, в котором Булгаков сотрудничал. Так что он часто посещал этот замечательный дом и вполне мог изобразить это место в романе.

В молодые годы Жора написал несколько замечательных статей по физике с вполне конкретными результатами, за что и был принят в институт. Однако к тому времени, как мы с ним познакомились, он давно уже интересовался вещами намного более общего характера. Мечтой Жоры было осуществить синтез науки и религии, и, признаюсь, он меня этой мечтой заразил.

Жора провозглашал себя последователем средневекового еврейского философа Мозеса Маймонида, который в своем труде

«Путеводитель заблудших» (1190) написал следующее: «Нам нужно сформулировать концепцию бытия Создателя согласно нашим способностям. То есть нам нужно иметь знание Науки Бога, которое может быть приобретено только после того, как мы постигнем науку природы. Потому как наука природы тесно связана с Наукой Бога и должна предшествовать последней в процессе изучения. По этой причине Бог начал Библию с описания творения» (перевод мой. — А Д.). Из XIX века Маймониду вторит Владимир Соловьев: «Нераздельность религиозных и научных начал не есть только факт действительности, эта нераздельность необходима по существу дела, ибо невозможно, чтобы религиозный человек не мыслил о предмете своей веры, а ученый признавал свои общие принципы исключительно на основе строго научного исследования, так как это исследование требует некоторой веры — хотя бы веры в разум» («Критика отвлеченных начал»).

Жора проводил свои дни в зале новых поступлений Ленинской библиотеки, где перед тем, как отправиться в хранилища, откуда их без специального разрешения уже нельзя было получить, выставлялись все новоприбывшие зарубежные книги. Это был какой-то удивительный прокол советской власти, один из тех маленьких недосмотров, которые и делали интеллектуальную жизнь в СССР возможной. Дырочка там, дырочка здесь… Жора утверждал, что духовная мысль на Западе бьет ключом, что уже тогда казалось мне преувеличением. Но, надо отдать ему должное, в куче приходящих книг он умел отыскать удивительно свежие и интересные идеи. Об одной из них я собираюсь рассказать подробно. Однако, перед тем как перейти к этому долгому и серьезному обсуждению, не могу удержаться, чтобы не прибавить несколько штрихов к Жориному портрету.

Жора, подобно Барабанову и многим другим, был из тех детей столпов советской номеклатуры, кто разочаровался в атеистической вере своих родителей. Он стал религиозным иудеем, хотя и крайне неортодоксального толка. По характеру Жора был незлобив и добродушен. Он совершенно не обижался на шутки окружающих, хотя и понимал, что большинство сотрудников считают его, по крайней мере, чудаком. Халат все время порывался выгнать Жору из института, так как боялся (не без оснований), что если КГБ поймает его в синагоге, это может как-то негативно на нас отразиться. Однако ученый совет, состоявший из наших «герцогов», в своем большинстве не поддерживал Халата, настаивая на том, что человек, внесший неоспоримый вклад в науку, уже, так сказать, отработал свое и

имеет право заниматься тем, чем хочет.

Позже, когда мы сошлись ближе, я часто служил при Жоре шабес-гоем, то есть не евреем, который в субботу мог делать за еврея то, что тому возбранялось, как то: покупать в Елисеевском магазине хлеб (не мог же я оставить Жору голодным, поскольку за духовными занятиями тот часто забывал купить себе хлеба) или везти его на такси с какой-нибудь лекции (характерно, что Жора всегда давал мне трешку до захода солнца в пятницу, так как после захода начиналась суббота и не только вызвать такси, но и дать на него деньги уже не позволялось). Не могу скрыть, что все это развлекало меня сверх всякой меры.

В Жору была без памяти влюблена замечательная женщина, думаю, одна из самых замечательных, каких я видел в жизни, — Оля Кузнецова. Она профессионально занималась историей науки и, чтобы покорить Жорино сердце, организовала у себя дома еженедельный семинар, посвященный проблемам науки и религии. На этом семинаре я впервые услышал термин «антропный принцип».

Медитация. Антропный принцип. Разум и мироздание

Мы подступили к центральной теме этой книги и, возможно, к центральному моменту моей биографии. В 1986 году была впервые опубликована книга астрофизиков Джона Барроу и Франка Типлера под названием «Антропный космологический принцип». Эта книга произвела огромное впечатление на всех участников Олиного семинара и продолжает вдохновлять меня до сих пор.

Книга эта исключительно научная, наполнена огромным количеством уравнений и посвящена вопросу о том, какое место человек занимает во Вселенной. В книге очень подробно и аргументированно излагается та точка зрения, что законы природы благоволят жизни и Вселенная организована так, чтобы эта жизнь могла возникнуть и существовать.

Может быть, читатель помнит, что в первой главе этой книги, посвященной детству, я коснулся темы присутствия Божественного в природе, в связи с чем привел известные стихи Лермонтова. И правда, нужно быть очень нечутким человеком, чтобы не ощутить особенный подъем и воодушевление на так называемом «лоне природы». Кому-то ближе море, кому-то лес, кто-то обожает степные просторы или даже пустыню, кто-то заворожен видом звездного неба, кто-то любит горы. Но каким бы пейзажам и картинам ни отдавал предпочтение человек, чувство всегда одно. Это чувство трепета и умиления перед величием природы и сознание того, что людям сотворить такое не под силу. Чувство это возвышенное и радостное, в нем нет унижения от нашего бессилия, а есть восхищение и восторг от открывшейся картины. Внимательный человек поймет, что благодатное это действие производят не отдельные детали картины (они часто бывают даже безобразны, в природе много жестокости, страха и страданий), а именно их синтез. То есть можно сказать, что через картины природы с нами говорит нечто или, может быть, Некто, — Тот, Кто стоит за ними.

Таково это ощущение, которое древние называли ощущением «славы Божией»: «Небеса проповедуют славу

Божию, и о делах рук Его вещает твердь» (Пс 18: 2). Именно это ощущение и передали в своих стихах Лермонтов и еще более подробно Державин в оде «Бог».

Итак, вопрос: наивно ли это ощущение, есть ли оно только обман и иллюзия или какой-то первобытный атавизм, или же оно является прозрением и интуицией глубокой правды? Для многих и многих ответ на этот вопрос не вызывает сомнения: да, иллюзия, и наука эту иллюзию если еще не совсем разрушила, то скоро разрушит.

Однако так ли это на самом деле, не потеряли ли ученые, пристально вглядываясь в детали мироздания, некоего синтетического видения, как те, кто, по пословице, за деревьями не видят леса? Другими словами, понимают ли сами ученые (большинство их которых *в наши дни* материалисты) то, что говорит их же наука?

Разумеется, с моей стороны может выглядеть крайне самонадеянным вызывать на диспут огромное количество людей, среди которых есть много тех, чьи научные достижения затмевают мои собственные. Но не сами ли ученые всегда говорили, что мы не должны склоняться перед авторитетом, а исследовать истину, невзирая на лица. Кстати, некоторые авторитеты окажутся на нашей стороне.

Поговорим сначала о том, что такое законы природы. С этого и надо начинать, поскольку многие в наше время верят, что наука заменила ими Бога, так что необходимость в Нем совершенно отпала. Забавно, но существует довольно значительная группа философов, которые считают, что законы природы — наше изобретение. Думаю, эти люди правильно понимают, что существование законов природы на самом деле скорее свидетельствует о Боге, чем отрицает его, к чему я сейчас и перейду. Однако в своем отрицании этих законов они не правы. При всем несовершенстве наших знаний нельзя отрицать, что на основании того, что мы знаем, мы можем сделать очень много. Вся наша цивилизация построена на науке. Наше знание законов тяготения и реактивного движения позволяет нам создавать ракеты, долетающие до Венеры и Марса, где не был ни один человек. Несмотря на это, есть множество людей, с удовольствием пользующихся плодами научных исследований, но отрицающих при этом

интеллектуальное содержание научных дисциплин. Я думаю, что это свидетельствует о трагической раздвоенности нашей культуры и дефектах системы образования. Но что бы они ни говорили,

Закон Кулона не объявишь вне закона,
Ну разве что через Басманный суд.

(Т. Шаов)

Законы у природы не только есть, но и, как предполагает наука, они универсальны, то есть одинаковы во всех уголках Вселенной и не меняются при перемене системы отсчета. Утверждение это может показаться чересчур догматическим, однако справедливость его оказалось возможным проверить. Я не буду углубляться в детали, скажу только, что утверждение это является центральным постулатом общей теории относительности. Другое важное утверждение состоит в том, что законы не меняются со временем. К этому выводу ученые пришли не без внутренней борьбы. Во многом помогла находящаяся в распоряжении астрономов «машина времени» — телескоп. Так как свет от далеких звезд доходит до нас за время, пропорциональное расстоянию до звезды, заглядывая все дальше в глубь Вселенной, мы уходим все дальше в прошлое. Изучение далеких звездных систем методами астрофизики помогло нам убедиться в неизменности законов природы.

Если читатель даст себе труд поразмыслить над этим предметом, то он поймет: существование законов природы есть мощное свидетельство того, что за пределами мира, который мы называем материальным, то есть мира красок, звуков, ощущений, мира пространства и времени, существует и другой мир, который, наверное, можно назвать миром идей. Многим, разумеется, это утверждение покажется неожиданным. Но рассудите сами. Вот, например, я делаю какое-нибудь простое утверждение типа: чтобы камень пролетел расстояние в десять метров, его нужно швырнуть с начальной скоростью не менее 10 м/с под углом 45 градусов к горизонту. Утверждение это является предсказанием исхода события, которое еще не произошло, и опирается на известные нам законы

механики. Камень еще не полетел, но мы знаем, что случится, когда он полетит, так как знаем законы. Например, если сила ваших мышц не позволяет вам сообщить камню нужную скорость, он не долетит до цели. Самое главное здесь для нас в том, что законы эти существовали даже до того, как образовались камни, ибо камни и все остальное образовались согласно этим законам.

Иные говорят, что законы — в самих вещах. Однако этого никак не может быть, потому что вещи и формируются по этим законам. Когда-то был построен первый мост, или первый аэроплан, или первый автомобиль. Их постройке предшествовали проекты, основанные на расчетах, а эти расчеты, в свою очередь, были основаны на наших знаниях законов упругости и сопротивления материалов, динамики газов и жидкостей, механики и т. д. Это касается того, что создано человеком, но и в природе сплошь и рядом что-то случается в первый раз. Это так, потому что Вселенная не существует вечно, а имела свое начало, чему в современной космологии есть множество как экспериментальных, так и теоретических свидетельств. Следовательно, все когда-то произошло впервые. Когда-то, например, образовались первые атомы, когда-то зажглась первая звезда. Она не зажглась бы, если бы не законы гравитации и термоядерных реакций, существовавшие ДО этого события. Я прошу прощения у тех читателей, которым эти рассуждения покажутся слишком очевидными. Я так долго задерживаюсь на них только потому, что многочисленные обсуждения показали: многие даже весьма разумные люди этих рассуждений совершенно не понимают!

Если мне удалось убедить тебя, читатель, что законы природы существуют вне пространства и времени, так как, повторяю еще раз, именно они и определяют то, что происходит в пространстве и времени, включая свойства самих пространства и времени, то можно продолжать.

Итак, пусть законы есть, но не скажут ли нам, вслед за французским математиком Лапласом, что эти же законы все раз навсегда предопределяют и, поскольку чему быть, того не миновать, в Боге уже нет никакой необходимости. Вернее, есть ли Он или нет Его, никакого значения для нашей жизни не имеет. Часовой механизм запущен, часы тикают, и мы тикаем вместе с

ними.

Против этого можно возразить, что законы природы на самом деле не так строги, чтобы предписывать все события с железной необходимостью, и, таким образом, не только у нас, но и у всего творения (назовем так природу) остается некоторая свобода действий. Я уже это обсуждал. Думаю также, что грамотный читатель знаком с этим аргументом, и сейчас не буду на нем останавливаться.

Обсудим теперь нечто другое, одну черту природы, на которую обращается меньше внимания, а именно ее постижимость, открытость для нашего ума. Вот слова Альберта Эйнштейна:

You find it strange that I consider the comprehensibility of the world (to the extent that we are authorized to speak of such a comprehensibility) as a miracle or an eternal mystery. Well a priori one should expect a chaotic world which cannot be grasped by the mind in anyway. One could (yes one should) expect the world to be subjected to law only to the extent that we order it through our intelligence. Ordering of this kind would be like the alphabetical ordering of the words of a language. By contrast, the kind of order created by Newton's theory of gravitation, for instance, is wholly different. Even if the axioms of the theory are proposed by man, the success of such a project presupposes a high degree of ordering of the objective world, and this could not be expected a priori. That is the «miracle» which is being constantly re-enforced as our knowledge expands.

Вам покажется странным, что я считаю постижимость мира (в той степени, что нам дозволено о таковой постижимости говорить) чудом или вечною загадкой. Ну, а priori следовало было бы ожидать хаотического мира, где уму не за что было бы ухватиться. Можно (и должно) думать о мире, подчиняющемся законам лишь в той степени, в какой мы можем упорядочить его своим разумом. Такое упорядочение было бы сродни упорядочению слов по буквам алфавита. Однако порядок, созданный, например, ньютоновской теорией тяготения, совершенно другого рода. Даже если аксиомы теории предложены людьми, успех такого начинания предполагает высокую степень порядка в объективном мире, а этого a priori ожидать нельзя. Вот это и есть то «чудо», которое неуклонно подтверждается по мере расширения наших знаний.

На самом деле здесь не одно чудо, а как минимум три. Первое состоит в том, что мир, во всяком случае в очень значительной его части, познаваем *в принципе*. То есть существо типа человека *может* его познать.

Второе чудо состоит в том, что в человечестве находятся люди, которые этот потенциал реализуют. Ведь жить или даже обладать разумом и познавать мир так, как это делают ученые, — совсем не одно и то же. Среди живых существ, населяющих Землю, встречаются виды бесконечно более древние, чем человек. Они прекрасно выживали без всякой науки. Да и многие люди обходятся без нее, хотя и не отказываются от ее плодов. Более того, ученые, познающие природу, составляют меньшинство человечества. Из всего этого следует, что существование науки никак логически не вытекает из существования разумных существ.

Третье чудо состоит в том, что мы знаем намного больше того, на что могли бы рассчитывать. Если бы наши познания проистекали только из нашего опыта, то и знали бы мы то, что к нам непосредственно прилегает. Такого рода знанием действительно обладают многие, и оно так и называется: житейская мудрость. Понятно, что не одна житейская мудрость позволила Колумбу открыть Америку, Магеллану — обогнуть земной шар, а нам — отправить космические станции к Юпитеру, Сатурну и даже за пределы Солнечной системы. Никто из нас там никогда не был и никакого опыта набраться не мог. Объяснение третьего чуда лежит в универсальности законов природы, о которой я уже упоминал.

Существование законов природы, находящихся вне времени и пространства и определяющих движение событий во времени и пространстве, равносильно утверждению о разумности устройства Вселенной. Законы эти и есть тот план, или, лучше сказать, Логос, согласно которому все развивается. Наше понимание (частичное и ограниченное) законов этого устройства есть свидетельство того, что Разум, Логос, организовавший мироздание, хотя очевидным образом и превосходит наш, все-таки не настолько сильно от него отличается, чтобы мы ничего в этих планах не поняли. Уже одно это говорит о том, что человек не есть случайный гость этого мира. Ему дано познать намного больше того, что ему положено просто как части

природы. И корова, и солитер тоже ее части, но науки у них нет.

Хорошо, скажет читатель, на план нам дозволили взглянуть, но являемся ли мы частью этого плана? Все эти законы природы, вся эта математика, все эти $E=mc^2$ и т. п. — где здесь человек? Природа, может быть, и прекрасна, но не совершенно ли очевидно, что она равнодушна к нам, что нам не на кого рассчитывать, кроме самих себя?

Человек Древнего мира, лишенный и сотой доли того комфорта, в котором живем мы, восклицал: «Что такое человек, что Ты помнишь его, и Сын Человеческий, что Ты заботишься о нем?» (Пс 8, 5). Современного же человека, особенно человека интеллигентного, будет, разумеется, намного труднее в этом убедить.

Антропный принцип *(АП)* ставит человека в центр мира, вопрошая: «Каким должен быть мир, в котором человек мог бы появиться? Какое место в этом мире он должен и может занимать?» Книга Джона Барроу и Франка Типлера ставит все эти вопросы в математической форме, чаще всего в виде условий, которым должны удовлетворять мировые константы (такие как постоянная Планка, заряд электрона, постоянная Ньютона и т. п.) для того, чтобы жизнь (или даже просто сложные системы наподобие органических молекул) могла существовать. Таких условий, наверное, сотни; в этой толстой книге их буквально по несколько штук на каждую страницу. Условий много, а констант мало, поэтому система оказывается переполненной… Однако я забегаю вперед, об этом — самая последняя медитация.

Словом, можно сказать, что *АП* ставит человека в центр мироздания, хотя и не делает это *физически,* по той хотя бы причине, что никакого физического центра у мира нет. Многим из читающих эти строки вопросы, которые ставит *АП,* могут показаться странными. Не повторяют ли нам с тобой на все лады, читатель, что начиная с Коперника наука только и делала, что понижала человека в статусе, так сказать, «сводила с пьедестала». Сначала люди думали, что Земля в центре мира, а оказалось, вращается вокруг Солнца, а потом оказалось, что даже и Солнце не в центре мира, а всего лишь заурядная звезда, каких много, и живем мы где-то на задворках Галактики и т. п. Из всех этих «научных»

утверждений выводится мораль, что мы ни в коем случае не должны заноситься и думать о себе как о чем то особенном. «Сотворен по образу и подобию Божию». Какая чушь!

Вот то ли дело Ричард Докинз, который говорит: «We are just lumbering robots!» Это нам больше нравится, поскольку роботы ни за что не отвечают. Но если ни за что не отвечаем *мы,* то почему же мы требуем этого от других? А между тем те же газеты, что с таким упоением пишут о «сведéнии человека с пьедестала», требуют, чтобы банкиры были честными, работодатели не домогались своих подчиненных, политики не врали, военные жалели врагов и не обижали мирное население, и далее по списку. Ясно, что сами мы, будучи роботами, удовлетворить этим требования бессильны. Поэтому предлагается усилить надзор за банкирами, военными, торговцами, введя комитеты по надзору, укомплектованные — кем? Не теми же роботами?

А может быть, наука вовсе и не утверждает того, что приписывают ей ее популяризаторы? Начнем с самого простого, с тех двух утверждений, с которых и начинается обычно литания о ничтожестве человека: «не Земля, а Солнце является центром Солнечной системы» — и: «Солнце находится на периферии Галактики».

Уходя немного в сторону, замечу, что первое утверждение часто путают с другим, а именно: «Земля вращается вокруг Солнца». Это не одно и то же, и утверждение номер два обретает смысл только после некоторой интерпретации. Интерпретация тут необходима, так как, взятое буквально, утверждение это противоречит тому, что мы наблюдаем каждый день, глядя на небо. Земля вращается вокруг Солнца только в том смысле, что картина Солнечной системы выглядит намного проще, если смотреть на нее с Солнца. Если бы наблюдатель мог забраться на Солнце, он увидел бы, что планеты обегают его почти по круговым орбитам и т. д., — смотри школьную программу. Таким образом, вопрос о том, что вращается вокруг чего, есть вопрос чистого интеллектуального удобства (что, кажется, образованные люди понимали даже и во времена Коперника).

Итак, давайте отныне говорить: «Солнце является геометрическим центром Солнечной системы» — и не будем путать это с тем, что: «Земля вращается вокруг

Солнца». Первое утверждение уже не требует изощренной интерпретации, как и то, что Солнце находится на окраине Галактики, вдали от ее геометрического центра. Однако следует ли из этих двух фактов, что человек в каком-то отношении не так важен или, более того, ничтожен? Не буду даже пытаться уточнить эти определения, а просто спрошу следующее: если человек стал чем-то хуже (в каком угодно смысле) после того, как переместился из центра мира на его окраину, то значит ли это, что то, что сейчас в центре мира, должно быть лучше его? Раз так, давайте присмотримся к этому центральному нечто, чтобы понять, чему или кому мы должны уступить свой статус.

Что же находится в центре Солнечной системы? Солнце — раскаленный шар, гигантский термоядерный реактор, нагретый внутри до миллионов градусов… Никаких устойчивых структур сложнее элементарных частиц; всё, несмотря на постоянную круговерть вихрей и протуберанцев, довольно понятное и простое. Ничего сравнимого по сложности с человеком не только в плане тайны его психики, но даже в плане строения его тела. Да что с человеком — с самым захудалым микробом!

Сделаем шаг на следующую статусную ступеньку, к центру Галактики. Там, если следовать популярной логике, должно находиться что-то еще более важное. Абсолютно надежными сведениями на этот счет мы, насколько я знаю, не располагаем, но достаточно веские предположения имеются. А именно: в центре нашей Галактики находится исполинская черная дыра с массой в миллионы раз больше массы Солнца. Не буду описывать свойства черных дыр в подробностях, скажу только, что они являются крайним случаем бесструктурности и хаоса. Любой объект, падающий в черную дыру, будь то даже такая малая частица, как атом водорода, будет в конце концов разорван на куски ее приливными силами. Внутри дыры скрыта так называемая сингулярность, никакие структуры не переживут близости к ней, и, следовательно, никакой сложности там нет места.

Думаю, этих двух приведенных примеров достаточно, чтобы почувствовать, что популярные идеологемы о ничтожестве человека нужно, что называется, to take with a grain of salt. Из приведенных выше примеров ясно, что мы находимся именно там, где

нам и следует находиться, так как в других, более «почетных» местах выжить бы нам не удалось. Вспоминается пословица, что не место красит человека, а человек место.

На эти и подобные мысли меня навела и наводит книга Барроу и Типлера. Обсуждение этих идей будет продолжено в последующих медитациях.

Глава 7
1980-е годы

1980-е годы были для меня временем, когда я окончательно сложился и как человек, и как ученый. В 1980 году я женился, через два года родился наш сын Миша. В 1983-м был закончен наш с Павлом Вигманом капитальный труд, большой обзор, суммирующий наши достижения по точным решениям ряда проблем теоретической физики. Помню, как я одной рукой качал коляску с маленьким Мишей, а другой писал обзор. Жена уезжала в восемь утра на работу и возвращалась домой почти в восемь вечера, а я ездил в институт только раз в неделю, и, естественно, значительная часть домашнего хозяйства была на мне. Я был уже кандидатом наук, и мы смогли купить мне на черном рынке вельветовые джинсы, стоимость которых тогда равнялась моей зарплате.

Вопросы о том, может или не может моя научная деятельность соотноситься с моими духовными и философскими интересами, продолжали занимать меня. Я никогда не верил в то, что истины науки и религии можно как-то развести, что наука якобы говорит об одном, а религия о чем-то совсем другом.

Помню, тогда я познакомился с Сашей Орловым, сыном известного диссидента Юрия Орлова; он был у нас в Черноголовке аспирантом. Мы довольно близко сошлись, я поделился с ним своими мыслями и сомнениями, и Саша сказал: «Поезжай к отцу Александру (Меню) в Пушкино!»

Я поехал. Был солнечный летний день, отец Александр в белом облачении стоял у входа в церковь и, по своему обыкновению, улыбался лучезарной улыбкой. Я так сразу его и спросил, без всяких предисловий: «Может ли ученый верить в Бога?» Он тут же ответил: «А почему нет? Когда я гляжу в микроскоп (он был биолог по образованию), я испытываю благоговение большее, чем когда служу в этом храме». Ответ этот мне запомнился. С тех пор я стал наезжать в храм отца Александра в Новой Деревне.

Отец Александр — фигура известная, и о нем писали люди, знавшие его несравненно лучше меня. Он был человеком огромного обаяния, излучал доброжелательность и радость. Казалось, такого человека было невозможно не любить, и тем не менее находились люди, которые его ненавидели. Он служил не один, в храме этом был еще священник, который даже и не

пытался скрыть своей зависти к отцу Александру. Были, разумеется, и прямые враги. Это грустная тема, тема о том, что человек в этой жизни сплошь и рядом выбирает зло, платит ненавистью за хорошее к себе отношение. Такие люди, как отец Александр, вызывают бешеную ненависть тех, кто в силу порочности своей натуры не способен делать добро. Между тем многие из этих людей именуют себя христианами. Они измышляют разные причины и поводы для того, чтобы оправдать то, для чего нет оправдания. «Заповедь новую даю вам, да любите друг друга; как Я возлюбил вас, *так* и вы да любите друг друга. По тому узнают все, что вы Мои ученики, если будете иметь любовь между собою» (Ин 13, 34–35). Часто люди спрашивают, что такое христианин, так вот, лучше этого определения, данного Самим Христом, не найти. И еще: «Вы — соль земли. Если же соль потеряет силу, то чем сделаешь ее соленою? Она уже ни к чему негодна, как разве выбросить ее вон на попрание людям» (Мф 5,13).

Отец Александр был, несомненно, счастливым человеком, и это передавалось другим. Я по натуре совершенно неэкзальтированный, не склонный поддаваться гипнозу, хотя всю жизнь этим предметом очень интересовался и в молодости просто мечтал быть загипнотизированным, хотя и без успеха. По-видимому, это связано с тем, что, как ученый, я слишком углублен в себя и поглощен своими мыслями. Однако даже я не мог не заметить, что вокруг отца Александра существовала какая-то особая аура. Исчезала озабоченность, та настороженность перед жизнью, которую мы почти всегда испытываем, настороженность от почти постоянной мысли, вдруг что-то пойдет не так? Я склонен думать, что отец Александр был этого экзистенциального страха лишен, так как до глубины души верил, что «не так» не может пойти, поскольку сильнее Того, Кто этот мир создал, в нем никого быть не может. Как сказал Ефрем Сирин, «в ком любовь, тот ничего не боится, потому что истинная любовь изгоняет страх». Вскоре после первой встречи с отцом Александром я крестился, Саша Белавин и Оля Кузнецова стали моими восприемниками.

Надо сказать, что тогда, в 1980-е, среди интеллигенции наметился определенный интерес к Церкви и, шире, некий отход от материалистических убеждений предшествующего поколения. Стало стыдно глядеть на святыни, отчасти разрушенные, отчасти превращенные в склады или вообще черт знает во что. Я помню, даже в полные самых светлых надежд годы перестройки отец Александр никогда не заблуждался насчет того, что движение к духовным ценностям будет легким. Он был очень трезвым

человеком и понимал: период возрождения будет недолгим и потому каждый час дорог. И как только это стало возможно, он стал выступать публично с лекциями, издавать свои книги, многие из которых были написаны еще тогда, когда за такого рода писания можно было угодить в тюрьму. Не заблуждался он и по поводу своей собственной судьбы. Одна моя знакомая, которая в те годы была очень близка к отцу Александру, рассказала мне, что однажды она сказала ему: «Алик, тебя убьют». Он ответил: «Я готов». Что ж, все сбылось…

Одним из любимых философов отца Александра был Владимир Соловьев, которого он горячо мне рекомендовал. Впрочем, это было даже излишне, потому что я и так за Соловьева ухватился, вдохновленный его идеями о развитии Вселенной.

Соловьев умер на пороге XX века, в возрасте сорока семи лет. Он был философ, поэт, мистик, один из самых широко образованных русских людей. Как философ, он дал толчок всей русской религиозной философии, как поэт — русскому символизму. Время его молодости пришлось на период, когда в умах русской (и не только русской) интеллигенции практически безраздельно господствовали материализм и позитивизм. В среде студенчества были популярны вульгарные материалисты Бюхнер и Молешотт, утверждавшие, что «мозг выделяет мысль так же, как печень выделяет желчь». Это мировоззрение с едкостью и остроумием описано Набоковым в романе «Дар», в части, посвященной Чернышевскому. Наука в очередной раз «доказала» тогда, что Бога нет, и многие ей поверили.

Гениальный Соловьев понял, что доводы «науки» весьма шатки и все «доказательства» основаны на неоправданной экстраполяции на более широкую область положений, имеющих ограниченный диапазон применимости. Он называл такие положения «отвлеченными началами». Науки он совершенно не боялся и, например, с большим энтузиазмом воспринял теорию Дарвина, которую преподносят сейчас как самое главное «доказательство» бессмысленности мира. При этом подразумевается, что бессмысленность эта должна нас освободить и очеловечить.

Очень краткое и емкое описание взглядов Владимира Сергеевича на природу можно найти в шестой главе его книги «Россия и вселенская Церковь». Приведу цитату:

«…Дело творения, как процесс вдвойне сложный, может совершать свое движение лишь медленно и постепенно.

Что оно не есть *непосредственное* дело Божие, это, как мы видели, вполне определенно говорит нам Библия… Если бы

создание нашего физического мира исходило прямо и исключительно от Самого Бога, то оно было бы делом безусловно совершенным — спокойным и стройным произведением, не только в целом, но и в каждой из его частей.

Но действительность далеко не отвечает такой идее. Лишь со своей точки зрения, обнимающей всё… одним взглядом… Бог мог объявить творение совершенным… (Быт 1, 31), хорошо весьма. Что же касается отдельных частей дела, то они заслуживают в устах Бога лишь относительного одобрения или не заслуживают никакого. В этом, как и во всем остальном, Библия находится в полном согласии с человеческим опытом и научной истиной. Если мы станем рассматривать земной мир в его настоящем состоянии и *в особенности в его геологической и палеонтологической истории* (курсив мой — А. Д.), хорошо и документально обоснованной в наши дни, мы откроем в нем характерную картину процесса тяжелой работы, определенной разнородными началами, приходящими весьма не скоро и путем великих усилий к устойчивому и стройному единству. Тут нет ни малейшего сходства с безусловно совершенным созданием — непосредственным делом одного Божественного художника».

Некоторых читателей, наверное, удивят ссылки Соловьева на Библию. Не написано ли там, что мир был создан за шесть дней? Разве это согласуется с современным научным взглядом, оценивающим возраст Вселенной приблизительно в 13,5 миллиардов лет или даже с представлениями времен Соловьева? Чтобы ответить на этот вопрос, читателю лучше всего обратиться к произведениям самого философа и, в частности, к упомянутой мною книге «Россия и вселенская Церковь». Скажу лишь, что в то время, когда жил Соловьев, его взгляды казались совершенно нетрадиционными, хотя, как мы знаем сейчас, подобная интерпретация Священного Писания давалась и сотни и даже тысячи лет тому назад. Одним из самых прозорливых в этом отношении людей был святой Августин (354–430), чья концепция времени являлась, по существу, эйнштейновской. Он, в частности, утверждал, что время сотворено вместе со всей Вселенной и потому вопрос о том, что делал Бог до сотворения мира, не имеет смысла, так как сами понятия «до» и «после» предполагают наличие времени. Разумеется, относительность времени и есть ключ к решению парадокса о «шести днях». То, что одному наблюдателю представляется одним днем, другому может показаться миллионом лет. С «точки зрения» света, дошедшего до нас с момента того, что наука называет Большим взрывом, возраст Вселенной равен даже не шести дням, а нулю. «Дни» творения, как они описаны в первой главе Книги Бытия, есть

скорее космологические эпохи, и продолжительность их, с нашей, человеческой (правильнее сказать, земной), точки зрения, может быть совершенно различна.

Как раз тогда я познакомился с двумя весьма различными людьми, которые с разных позиций объяснили мне всю поверхностность буквального (то есть, фактически невнимательного) прочтения Библии, в частности, в главах, касающихся сотворения мира. Одним из них был мой ровесник, талантливый поэт, писатель и каббалист Михаил Кравцов. Другой — удалившийся на покой православный священник Николай Павлович Иванов.

Миша был с виду настоящий аскет: худой, длинная борода. Жена его тоже писала стихи, дом был уставлен книгами, большинство из них — на иврите. Миша утверждал, что в Писании нет случайных слов и потому его краткость требует очень внимательного чтения. Например, говорил Миша (Соловьев в «России и вселенской Церкви» говорил буквально то же самое), рассуждая о творении, нужно обратить сугубое внимание на то, что слово «сотворил» употреблено в шестидневе всего лишь три раза. Что же сотворено, то есть произведено из ничего? «Небо и земля» (которые, как Миша, так и святой Августин интерпретировали не как наше небо и землю, а как своего рода зародыши духовного и материального мира) — живые существа, наделенные нервной системой («рыбы большие и всякая душа животных пресмыкающихся»), и люди! Про все остальное сказано иначе, например о растениях: «И сказал Бог: да произрастит земля зелень, траву, сеющую семя…» (Быт 1, 11). Очень интересно то, что более примитивные формы жизни, по-видимому, рассматриваются, как прямое продолжение неживой природы, которые «земля» может произвести, то есть всецело находящиеся в рамках тех законов, которые управляют всей остальной природой. В такой жизни, по-видимому, нет ничего принципиально нового, кроме ее сложности, поэтому никакого дополнительного акта творения она не требует. Иное дело — высшая жизнь, «душа животных пресмыкающихся». На этом уровне уже, по-видимому, появляются чувства, внутренний мир. Науке, кстати, до сих пор не ясно, почему один кусок материи обладает внутренним миром, а другой нет. Многие думают, что если компьютер сделать достаточно сложным, у него возникнут эмоции. Я никогда не понимал, что дает нам основания для такого рода веры. Следующий этап творения — человек с его способностью к рефлексии, к осознанию и анализу самого себя.

Миша был поэтом и, как и я, был влюблен в русскую поэзию.

Помню, мы с ним, чередуясь, по два часа подряд читали наизусть стихи — Пушкина, Лермонтова, Тютчева и так далее, до Заболоцкого и Тарковского. Вот его стихи, написанные в 1988 году:

Мы и в юности были стары,
Мы и в старости будем юны,
Пусть звенели кругом гитары.
Нам звучали иные струны.

Не румянец — закваской детства,
А в магическом том кристалле
К нам иное рвалось наследство,
То, которое нам не дали.

Волновали слова пророка
Обещаньем иного смысла
И сквозь бури и волны рока
Той судьбы проступили числа.

И летят города, деревни,
В алфавит переходят руны…
Мы и в юности были древни,
Мы и в Древности будем юны.

В начале 1990-х Миша уехал в Израиль. Я слышал, что он перевел на русский множество сложнейших еврейских мистических трактатов, например «Зохар» («Книга сияния»).

Николай Павлович Иванов ко времени нашего знакомства был уже стариком, было ему тогда восемьдесят четыре года. Он прошел лагеря начала 1930-х и говорил, что ему страшно повезло, что арестовали его рано, так как если бы это случилось позже, когда маховик террора уже полностью раскрутился, он бы наверняка погиб. А тогда, в 1933 году, шел в основном поток раскулаченных крестьян, среди которых Николай Павлович был редким человеком с образованием и, как человека грамотного, его назначили в лагере на «бумажную» должность. Так он выжил и через несколько лет вышел на свободу. Когда Сталин во время войны вернул Церкви некоторые из ее функций, Николай Павлович поступил в духовную семинарию при Троице-Сергиевой лавре, которую окончил в 1951 году. Как и многие из нас, в молодости он воспринимал свою жизнь как череду несчастий и неудач и только позже понял, что то, что ему казалось неудачей,

было чудесным спасением. Были и у меня в жизни такие моменты.

В каком-то смысле Николай Павлович был человеком традиционным, но с живым, незакосневшим умом. Он искал пояснений к лаконичным строкам Писания в церковных служебных текстах, в литургическом богословии. Он, так же как и Миша, знал иврит (хотя наверняка не так хорошо) и много мне читал вслух на этом волшебном языке. Николай Павлович полагал, что противоречия между наукой и религией временные и основаны либо на нашем непонимании библейских текстов, либо на несовершенстве научных знаний.

Об этом он писал книгу, и я, по мере сил, консультировал его по вопросам науки. Мы были соседями по дачам, которые снимали на подмосковной станции Крекшино, по Киевской железной дороге. Тогда-то и у меня зародилась идея написать о синтезе науки и религии.

Вот запись из моего дневника лета 1988 года:

«Ник. П.: Святое Писание иерархи и атеисты толкуют одинаково буквально, только для первых это идет со знаком плюс, а для вторых — со знаком минус. Сам я пытаюсь избавиться от такого толкования. Пример: Антоний Римлянин приплыл в Новгород на камне, плывя против течения. Смысл чисто нравственный: верь и иди против течения мира».

По-настоящему новые ветры подули в стране только после Чернобыльской катастрофы. Я хорошо помню эти апрельские и майские дни 1986 года. Я как раз собирался с маленьким сыном навестить в Самаре родителей и брата. 27 апреля объявили, что на атомной электростанции под Киевом произошла авария. Подробностей не сообщалось, и все это показалось тогда каким-то пустяком. Я забрал сына и поехал в Самару. Стояла чудесная майская погода, про аварию мы как-то забыли, пока из Киева не начали прибывать беженцы. Двоих я встретил на квартире друзей моего брата. То, что они рассказывали, казалось невероятным, но оснований не доверять им не было. В семье, их принимавшей, был счетчик Гейгера (вещь в те дни совершенно ненаходимая: следующие два месяца я, физик, буду безуспешно искать этот прибор в Москве), и стрелка на его шкале молчаливо подтверждала правду рассказанного. Правда состояла в том, что совершенно новая одежда парня и девушки, приехавших из Киева, которую они надели только для того, чтобы добраться от дома до вокзала, оказалась сильно радиоактивной. Постепенно какие-то сведения стали просачиваться через телевизор, который признал-

таки в конце концов, что происшедшее не пустяк. Бесила официальная ложь, ощущавшаяся практически в каждом слове, доносившемся с экрана. Было ясно, что произошла катастрофа, хотя подробностей не сообщали. Было ясно также, что для того, чтобы соблюсти декорум, простых людей подвергают огромной опасности, что с ними, как всегда, не считаются и жизнь их не ставят и в грош. С ужасом я узнал, что киевские городские автобусы, на которых производили эвакуацию, даже не дезактивировали и на следующий день пустили на линию.

Было ясно, что «спасение утопающих — дело рук самих утопающих». Разумеется, я очень беспокоился за сына, не составляло труда понять, что при сложившейся ситуации за качеством продуктов никто следить не будет. Действительность оказалась даже хуже; позже я узнал, что Политбюро ЦК под председательством Горбачева постановило распределить зараженное мясо с Украины и Белоруссии равномерно по всему Союзу. Выбрасывать было жалко. Вернувшись в Москву, я бросился на поиски счетчика Гейгера, спрашивал по друзьям. Саша Барабанов, усмехнувшись, отправил меня к Лёне Максимову, работавшему в Курчатовском институте атомной энергии АН СССР, сказав: «У Лёни завотделом Каган, он еврей, детей любит». Мол, поможет. Никто не помог, всем было, как всегда в России, на все наплевать. Мы не были властны над своей судьбой, а может, и не хотели такой власти. Проще было жить, как будто ничего не произошло. Однако Чернобыль сдвинул что-то внутри Кремля. Думаю, стало понятно, что ядерная война окажется много хуже, чем думали, и надо как-то с Западом договариваться. Появилось новое слово «перестройка». Для тех, кто забыл, напомню, что до Чернобыля официальным лозунгом было «ускорение».

С началом перестройки в Москве стали появляться разные неформальные клубы. Один из таких клубов был организован литературным критиком Мишей Эпштейном (он теперь профессор в Университете Эмори в штате Джорджия) и располагался в библиотеке около метро «Академическая». Привел меня туда Жора Рязанов, не на шутку увлекшийся таким новым в то время течением, как концептуальный авангард. Признаюсь, что, как тогда, так и сейчас, я все это считал чепухой, если не хуже. Но было забавно смотреть на Жору, всерьез утверждавшего, что «авангард» расчистит духовное пространство от наслоений прошлого и через эту пустоту мы «увидим Бога».

Помню, как в подвале на «Академической» выступал Дмитрий Александрович Пригов. Он мне очень понравился, было жутко

смешно, и кое-какие из его стихов я выучил наизусть. Вот, например, стихи философского содержания, написанные под явным влиянием Платона:

Неважно, что надой записанный
Реальному надою не ровня
Все, что записано, — на небесах записано
И в высшем смысле уж сбылось
А в низшем смысле все забудется
Да почти уж и забылось

Или вот еще одно, которое, я признаться, люблю примерять на себя:

В Японии я б был Катулл
А в Риме был бы Хокусаем
А вот в России я тот самый
Что вот в Японии Катулл
А в Риме — чистым Хокусаем
Был бы

Помню также выступление Виктора Ерофеева, читавшего какую-то свою обычную псевдоинтеллектуальную похабщину. На его выступление слетелись дамочки московского литературного бомонда, и было уморительно слышать, как при каждом очередном извержении по их рядам пробегал шепоток восторга: «Он снимает все табу!» Как тут не вспомнить «Бобок» Достоевского… Но ни в России, ни на Западе этим теперь никого не удивишь. Скучно, господа…

Не все, однако, была литература. Были и философские дискуссии, и на одной из них я познакомился с Виталием Ковалевым, человеком весьма нетривиальным. Виталий был родом из Полтавы и видом напоминал запорожца. Он был по-украински осанист, носил усы и говорил необыкновенно веско, можно сказать, не говорил, а изрекал. По убеждениям он был философ-гегельянец, а по роду занятий — дворник. В прошлом он закончил аспирантуру на кафедре научного атеизма Института философии АН СССР, поверил в Бога, покинул академическую философию и стал человеком свободных профессий. Таких профессий в СССР было несколько: сторожа, истопники, дворники. В отличие от большинства философов, Виталий работал не только головой, но и руками, которые у него были

буквально золотые. Ими он клал печи, делал плотницкую работу и игрушки для дочери Лауры, названной так в честь возлюбленной Петрарки. Семья его от его умственных занятий никогда не страдала и дома был достаток. Из философии Гегеля Виталий извлек систему предсказания будущего, которая довольно неплохо работала, пока советская власть, отчасти основанная на этой философии, еще держалась (потом система начала давать сбои). Помню один эпизод, который, правда, произошел в 1990-е, когда я с семьей уже не жил в России. Кажется, это был то ли 1993-й, то ли 1994 год; я в первый раз после отъезда собрался побывать на родине (мы уехали в 1989-м). Позвонил Виталию, чтобы договориться о встрече. «Ну как, жить стало лучше, жить стало веселей?» «Ты знаешь, лучше!» — ответил мне знакомый уверенный и веский голос, делая ударение на последнем слове. «Я уже больше не бедствую. И нигде не работаю». — «Как же так?» — «А меня моя философия кормит». Я не стал тогда продолжать разговор, а истинное значение его слов понял, только когда оказался в Москве. Виталий тогда не пришел на назначенную встречу, а в этот день как раз обвалилась «пирамида» Мавроди. И вот оказалось, что наш философ играл на бирже и пользовался для этого предсказаниями будущего, извлеченными из Гегеля. Занятую у кого-то крупную сумму денег, вложенную в «пирамиду», он потерял, но занял еще несколько тысяч долларов, отыгрался и завязал.

Виталий много сотрудничал с Мишей Эпштейном в различных культурно-философских начинаниях тех лет. Эпштейн был невероятно активен, будучи, в частности, чем-то вроде теоретика-комментатора при поэтах И. Жданове и А. Парщикове, которых он, по-моему, даже и затмевал, так что становилось непонятно, кто при ком. Участвовал Миша и в самиздатской публикации книги «Роза мира» Даниила Андреева. Помню, я у него эту книгу купил, этот экземпляр хранится у меня до сих пор.

Медитация. Почему мы живем в пространстве трех измерений и одного времени?

Есть книги, авторы которых рассказывают о мирах, где вместо привычных нам трех измерений (высота, ширина и длина) их число или меньше (что легко вообразить), или больше (что наглядно вообразить себе трудно, а может быть, и невозможно). Одной из наиболее интересных книг такого рода является «Роза мира» Даниила Андреева. В ней с большим художественным талантом описываются миры четырех, пяти и более измерений. Все они населены различными удивительными существами.

А собственно, почему бы и нет? Может быть, существует где-то пятимерная жизнь? Или двумерная? Оказывается, однако, что в мире четырех пространственных измерений ядра не смогли бы удержать электроны и, следовательно, не было бы ни атомов, ни молекул. А в мире двух пространственных измерений атомы были бы настолько стабильны, что электроны не смогли бы их покинуть и, следовательно, не было бы химических реакций. Представляется поэтому почти несомненным, что жизнь может существовать только в пространстве трех измерений. Факт налицо.

Множество культурных событий происходило тогда просто по квартирам. Помню домашние концерты барда Алика Мирзояна, которого я всегда очень любил, еще с тех времен, когда он в 1970-е годы приезжал выступать к нам в Физтех. Такие концерты обычно заканчивались чаем или даже винопитием в кругу друзей. У нас на квартире прошел концерт барда Димы Киммельфельда, который моя жена до сих пор не может забыть. В нашу крохотную квартирку, которую мы делили с Лениными родителями, набилось человек тридцать (по человеку на квадратный метр), на оставшейся площади спал наш трехлетний сын, жена балансировала с подносом свежеиспеченных хачапури и чайником чая, все время натыкаясь на острые кости математика Димы Лещинера. Однако самым ярким мероприятием, организованным у нас дома, были литературные чтения Миши Кравцова и Толи Кардаша, написавшего книгу «Черновой

вариант», где он исследовал исторические процессы, завершившиеся холокостом. Книга эта впоследствии была издана и имела широкий резонанс в Израиле, Америке и России. Это был трагический, тяжелый материал, воспринимавшийся порой очень болезненно, особенно неподготовленным слушателем. Надо ли напоминать, что в СССР тема поголовного истребления евреев нацистами и их пособниками была абсолютным табу. Интересно, что замалчивалась она и на Западе (из-за пособников), а в общественное сознание ее ввел в начале 1990-х годов фильм Стивена Спилберга «Список Шиндлера». Толя был и остается истинным подвижником этой темы, по которой он опубликовал еще несколько книг. Впоследствии Толя перебрался в Израиль, где много лет сотрудничал с институтом Яд Вашем. Вот как он сам описал мне эти чтения: «У меня это был первый выход на люди с текстом, который Фаина Гримберг обозвала „мурой“, но при этом предложила мне пойти к вам. Я страшно волновался, голос садился, ваш Миша резвился вокруг взрослых, что еще сильнее обескураживало, пока я не ощутил — вдруг! невероятно! — слушают, СЛУШАЮТ! Фаина Гримберг — ау!»

Мы слушали и жадно впитывали новое, знакомились с вышедшими из затвора талантливыми людьми, многие из которых, как оказалось, жили рядом с нами. Но среди культурного и политического возбуждения тех лет в обществе порок не замечали, как уходили со сцены титаны прошлого. Помню похороны философа Алексея Лосева (кажется, 25 или 26 мая 1988 года), на которые мы с Виталием Ковалевым пришли прямо с какого-то митинга. Там на улицах развевались невиданные доселе андреевские и трехцветные флаги, царило праздничное возбуждение, а здесь, на тихом кладбище, мы предавали земле еще одного гражданина Атлантиды… 27 мая 1989 года, кажется, в первый день работы нового Верховного Совета, умер другой ее великий гражданин, поэт Арсений Тарковский. Эту смерть тоже почти никто не заметил.

Но и сквозь обольщения мира
Из-за литер его Алфавита
Брезжит небо синее сапфира,
Крыльям разума настежь раскрыто.

Глава 8
Встреча с западной физикой

Хотя отдельные представители западной науки нас посещали, но первая настоящая и большая встреча с западной физикой произошла в сентябре 1988 года на международной конференции в Тбилиси. С американской стороны в ней участвовали и очень маститые ученые, такие как Дэвид Пайнс и Элихью Абрахамс, и физики помоложе, например, Данкан Халдэйн, Натан Андрей, Габриэль Котляр, Эдуардо Фрадкин и Пирс Коулмэн. Все они на долгие годы стали моими коллегами. С нашей стороны была значительная часть института Ландау во главе со «старцами» — Львом Горьковым, Игорем Дзялошинским, Алексеем Абрикосовым и, разумеется, самим Халатом.

В 1987 году в физике конденсированного состояния произошло событие, определившее ее движение на много лет вперед. Была открыта так называемая высокотемпературная сверхпроводимость. Эффект сверхпроводимости состоит в том, что ниже какой-то определенной температуры (для каждого металла своей) металл начинает проводить электрический ток без потерь и, таким образом, становится «сверхпроводником». Секрет этого явления состоит в том, что электроны в сверхпроводнике двигаются не вразнобой, как это обычно происходит в металлах, а согласованно (когерентно), так сказать, без толкучки. Поэтому им и удается переносить электрический ток без потерь.

Явление сверхпроводимости было открыто в 1906 году голландским физиком Каммерлинг-Оннесом, который одним из первых научился охлаждать вещества до температуры, близкой к абсолютному нулю. Исследуя электропроводность ртути, он заметил, что она становится бесконечной при температуре около шести градусов выше абсолютного нуля (-267 °C). Разумеется, иметь провода, по которым ток идет без потерь, — это мечта. Однако держать их при температуре, близкой к абсолютному нулю, — дело хлопотное и дорогое. Тем не менее во многих случаях идут даже на такие затраты, так как альтернативы просто не существует. Так, например, электромагниты на ускорителях элементарных частиц все являются сверхпроводящими, и охлаждают их страшно дорогим жидким гелием.

Со времен Каммерлинг-Оннеса были открыты сотни веществ, способных перейти в сверхпроводящее состояние, но температуры

перехода были очень низкими. И вот в 1987 году произошел прорыв: совершенно неожиданно было открыто химическое соединение с температурой перехода -245 ˚С, а вскоре после этого — с температурой -182 ˚С. В последнем случае был перейден заветный порог: температура жидкого азота (азот, из которого более чем на 70 % состоит наша атмосфера, очень дешев). Сейчас рекордом является температура перехода 145˚ К (-128 ˚С).

В 1988 году открытие высокотемпературной сверхпроводимости (ВТС) все еще было сенсационной новостью, вокруг которой на конференции и крутилось большинство дискуссий. Нас поразило то, что американские коллеги приехали уже с готовыми теориями, которые, казалось бы, объясняли это чудесное явление. Помню, какое чувство изумления, доходившее почти до преклонения перед этими людьми, было у меня тогда. На поверку все это оказалось тем, что в Америке называют hype (хитрая стратегия маркетинга, когда потребителя уверяют, что обладание данным продуктом является чуть ли не священной обязанностью каждого человека). Теории, так поразившие нас, основывались на неконтролируемых и потому ненадежных приближениях, и результаты их оказались неверны. Тайна ВТС до сих пор не раскрыта, хотя механизм обычной сверхпроводимости уже давно понят нами досконально.

Я не хочу огульно осуждать американскую физику, но не могу не отметить, что элемент преувеличения в ней очень силен. Прошло некоторое время, прежде чем мы сумели перекалибровать себя на это.

Глава 9
Отъезд. Первые годы в Америке

Куда попали вы, в Галлиполи, в Афины?
Где вы теперь, в Париже иль в Баку?
Быть может быть, в равнинах Аргентины
В Европу грузите маис или муку.

Видали вас средь публики кабацкой,
Видали где-то с брынзой и с бузой,
Быть может быть, на лестнице Галатской
С семитами, селёдкой и халвой.

Мы открывали где-то рестораны,
Придумали какой-то аппарат,
Носили с голода газетные рекламы
И жён своих сдавали напрокат.

Мой брат в Иркутске сторожем в больнице,
Отец в Германии в артели рыбаков,
Сестра газетчицей уж больше года в Ницце,
А дядя в Венгрии на заготовке дров.

Сердце истомилось, истаскалось,
Душа в Россию ищет троп…

«Как хороши, как свежи
были б розы
Моей страной мне
брошенные в гроб…»

Алеша Дмитриевич. Эмигрантское танго

Мы (я, моя жена Лена и семилетний сын Миша) ступили на американскую землю 23 сентября 1989 года. За несколько месяцев до этого я (не без помощи Исаака Марковича Халатникова, за что ему вечная моя благодарность) получил приглашение на работу в университет Флориды в городе Гейнсвилл. Позиция эта была рассчитана на свежеиспеченного кандидата наук, моей кандидатской было уже девять лет. Я, однако, не роптал.

Жизнь на Западе вообще и в Америке в частности представлялась мне в самом радужном свете. Вспоминая теперь, насколько я был наивен, не перестаю удивляться самому себе.

Мы прилетели в Гейнсвилл поздно вечером и не успели совершенно ничего разглядеть. Я помню, как утром вышел из отеля, почти как Армстронг на поверхность Луны. Вокруг были совершенно другая жизнь, другой воздух, другая температура. Но как написал Тургенев в «Му-му»: «Ко всему привыкает человек, вот и Герасим привык к городской жизни».

Так получилось, что Гейнсвилл и позже Принстон были единственными местами, где мне удалось близко пообщаться с коренными американцами, не принадлежащими к академической среде. Сразу скажу, что среду эту я недолюбливаю. Помню, как интенсивно мы учились друг у друга в институте Ландау, где идеи буквально витали в воздухе. В Америке учиться трудно, так как многие сознательно скрывают подробности своих вычислений, заменяя их в публикациях болтологией. Но, вообще говоря, профессиональных проблем здесь не так много, а если и есть, то грех нам жаловаться — те, кто остался в отечестве, скажут, что мы с жиру бесимся, и будут абсолютно правы.

По своему образу мыслей американская академическая среда (именно американская, а не вообще западная) напоминает мне дореволюционную русскую интеллигенцию, как она описана в статьях Бердяева и других «веховцев», с той очевидной разницей, что ни о каком самопожертвовании здесь не может быть и речи. Эта среда крайне нетерпима к взглядам, хотя бы немного

отклоняющимся от леволиберальной ортодоксии. Дебаты не допускаются, обсуждения политических и мировоззренческих проблем сводятся к хору согласных голосов, наперебой уверяющих друг друга в своей лояльности принципам «либерализма» (кавычки здесь не случайны, так как основной принцип, «либерти», при этом отвергается). Согласованность взглядов достигается тем, что все члены этого клуба читают одну и ту же газету («Нью-Йорк Таймс») и (иногда) журнал («Ньюйоркер»). Беседы со многими из них сводятся к пересказу последнего номера этих изданий, за счет чего я экономлю деньги на подписку.

Во Флориде нам посчастливилось встретиться с совсем другими людьми. Поток иммиграции из Советского Союза тогда еще только начинался, и «русские» были в новинку. Нами интересовались, в том числе и христиане. Нас стали приглашать на встречи, организованные различными христианскими церквями. Там были разные люди, но мы нашли группу, которая нам очень полюбилась. Скажу сразу, что тот облик, который американские религиозные организации являют миру через средства массовой информации, в частности, те проповедники, которых можно увидеть по телевизору, те передачи религиозного содержания, которые слышишь по радио, по моему мнению, ниже всякой критики. Все это примитивно, вульгарно, глупо. Но есть и другая сторона, и нам посчастливилось с ней познакомиться. Среди членов той церкви, в которую нас пригласили (по моему, это были какие-то южные баптисты или что-то в этом роде), было много людей нашего возраста (то есть между тридцатью и сорока годами). Они были вежливы без приторности, добры, держались очень естественно и без преувеличенной аффектации, часто заменяющей американцам отсутствие истинных чувств. Особо сильное впечатление на меня произвели семьи, усыновлявшие покинутых матерями-одиночками детей. Эти люди держались совершенно естественно, в стиле busyness as usual, хотя то, что они делали, было воистину подвигом. Среди наших друзей не было ученых, но уровень образования был в основном высший. Через них я как-то познакомился и с маленькой группой университетских христиан. Атмосфера в их кругу была ближе к знакомой мне атмосфере Жориных семинаров в Москве. Собирались, читали философские книги, обсуждали проблемы науки и религии. В общем, было интересно. К сожалению, с нашим отъездом из Флориды контакты эти ослабли, а потом и совсем прекратились.

Как я сказал, мы прилетели в Америку в конце сентября. А в ноябре я уже отправился в первое свое внутриамериканское

путешествие, из Флориды в Принстон и Нью-Йорк. Английский я знал тогда плоховато, писал с ошибками, а в разговорной речи к ним добавлялся еще и сильный акцент. Однако акцентами Америку не удивишь, и я добрался без каких-либо затруднений. В этом путешествии я встретил несколько ставших мне очень дорогими людей.

Первой из них была хозяйка пансиона в Принстоне (в Америке такие места называются «Кровать и завтрак»), где я остановился. Ее звали Джуди, лет ей тогда было, наверное, шестьдесят пять. Очень милая, мягкая, интеллигентная женщина, которая нам впоследствии, когда мы в 1991 году перебрались в Принстон, много помогала. Она работала учительницей в Вальдорфской школе Принстона и помогла устроить туда моего сына. Через нее я познакомился с другими учителями этой школы, это были люди моего возраста, милейшая пара — Карл и Анник. Карл — коренной американец, Анник — француженка. Все эти люди были воплощенной противоположностью стереотипа американца — громогласного, вульгарного человека без духовных запросов. Их школа находилась на самой окраине Принстона, в конце дороги Вишневого Холма. Я вспоминаю ее почти с такой же нежностью, как дачу своего детства. Вдоль дороги — громадные старые американские клены, чьи листья осенью казались сделанными из чистого золота. Сама школа находится в просторном двухэтажном доме старинной новоанглийской архитектуры, выкрашенном в светло-желтый цвет; рядом с домом огромный развесистый дуб, под ним печь, в которой ученики собственноручно выпекали хлеб; заросший кустарником склон плавно спускается куда-то вниз, к маленькой речке, вокруг аромат пахучих трав…

Мы с женой называли Принстон городком в табакерке, по одноименной сказке Одоевского. Это маленький, невероятно уютный и красивый университетский городок примерно в часе езды на юг от Нью-Йорка. В центре его — один из самых лучших в Америке университетов. Университет был основан в 1744 году, хотя большинство теперешних зданий построено в конце XIX-начале XX века в стиле, возможно, несколько эклектичном, но в этой своей эклектике ужасно милом. Есть в них какая-то основательность, свойственная стремительно растущей тогда Америке, соединенная с желанием и порывом молодого и еще наивного американца перенести к себе в Новый Свет старость Европы и тем самым стать не хуже ее. Европа же, в лице записного сноба Бертрана Рассела, зарабатывавшего время от времени в Принстоне деньги преподаванием математики, встречала все это презрительной ухмылкой: «The best the monkeys

could do».

В Принстоне нашел себе пристанище Эйнштейн, для которого там выстроили целый институт, называемый ныне Институтом передовых исследований. Он находится в южной части города, по соседству с полем, где американские повстанцы под командованием Вашингтона сразились с англичанами. Формально англичане победили, но Вашингтону, как позже Кутузову, удалось организованно отступить и сохранить армию, так что победа англичан оказалась в итоге тщетной. Дом Эйнштейна расположен неподалеку от университета, на Мерсер-стрит.

Все это с наслаждением, с упоением я рассмотрел и впитал уже тогда, в течение своего первого приезда. С тех пор я бывал в Принстоне много раз, жил там по нескольку месяцев.

Не помню, было ли это в первый мой приезд или позже, но однажды меня пригласили в дом к матери моей знакомой — физика Преми Чандра. Несмотря на свою фамилию, выдающую индийские корни, Преми — стопроцентная американка. Собственно говоря, фамилии здесь ничего не значат. Там, где я сейчас живу, половина фамилий итальянские, а другая — еврейские. И все они — американцы. Многие из этих итальянцев, кстати, никогда не были в Италии.

Дом матери Преми находится в самом престижном месте Принстона — на Бэттлфилд-роуд. В тот теплый и солнечный осенний день на этой тихой улице происходило то, что в Америке называется block party. То есть на улицу были выставлены столы с закуской и выпивкой и соседи по кварталу общались и, соответственно, выпивали и закусывали.

И вот за этой закуской я познакомился с великим человеком, живым классиком — Фриманом Дайсоном. Дайсон — физик, чьи достижения давно стали достоянием учебников (уравнение Дайсона, классы универсальности Дайсона). Однако он известен также и другим. Те, кто увлекался проблемой внеземных цивилизаций, может быть, слышали термин: «сфера Дайсона». Дайсон предположил, что высокоразвитая цивилизация, достигнув определенного уровня, пожелает наиболее рационально распорядиться энергией своей звезды и для этого, разрушив свою планетную систему, из образовавшегося материала соорудит вокруг этой звезды сферу. Окруженная такой сферой звезда перестанет быть видимой, но будет продолжать излучать в тепловой части спектра. Дайсон предложил искать внеземные цивилизации по таким вот мощным тепловым источникам, и их действительно стали искать, но до сих пор ничего не нашли. Для меня самое любопытное во всей этой

истории было то, что Дайсон задумался над этими проблемами после того, как прочитал русского философа Николая Федорова. Федоров жил в XIX веке, работал библиотекарем Румянцевского музея и был другом Льва Толстого и Владимира Соловьева. Он разработал так называемую философию общего дела, согласно которой нравственно разобщенное человечество может сплотить одна задача или, скорее, проект — проект физического воскрешения мертвых. Для расселения воскрешенных Федоров предлагал начать освоение планет Солнечной системы. Толстой утратил интерес к идеям Федорова после того, как его знакомые ученые объяснили ему всю абсурдность и невозможность межпланетных перелетов. Но именно идеи Федорова дали толчок разработкам Константина Эдуардовича Циолковского.

В план моей первой поездки входил визит в Нью-Йорк. Манхэттен поразил меня и я влюбился в него на всю жизнь. Есть в нем такая тяжеловесная красота, местами несколько мрачноватая, но именно такая мне нравится. От отца Александра у меня был адрес церкви Христа Спасителя (она тогда, как и сейчас, находится на углу 71-й East Street и Первой авеню), где священником был ученик отца Александра отец Михаил Меерсон. Церковь эта чудная, маленькая, и хотя небогатая, но очень уютная и теплая. Я хожу туда уже больше двадцати лет.

В России отец Михаил был диссидентом, уехал он оттуда в начале 1970-х, жил во Франции, потом в Израиле, где и познакомился со своей будущей женой. Отец Михаил и его жена Оля стали моими дорогими друзьями на всю жизнь. Я пришел к отцу Михаилу в церковь, мы познакомились и как-то очень быстро подружились. Я помню, как часами напролет рассказывал ему истории из московской жизни: про Жору Рязанова, про философа Ковалева, про то, как тот, служа сторожем в московском Еврейском театре, делал для театра машинку для выдувания мыльных пузырей. Отец Михаил заливисто хохотал, слушая все это. Наш смех не был насмешкой, оба мы понимали: то, что представляется обывателю праздным чудачеством, есть признак жизни, духовных поисков. Кто помнит теперь, например, имена флорентийских банкиров эпохи Возрождения? А многих чудаков запомнили надолго…

Отец Михаил жил тогда с семьей на самом севере Манхэттена, поблизости от прелестного Форт Трайон парка, где находится филиал музея Метрополитен под названием «Клойстерс». Последнее в переводе на русский язык означает «монастырский дворик», место для прогулок, уединения и медитаций. Это музей средневековой культуры, занимающий

здание, являющееся копией средневекового монастыря. Расположено оно на вершине холма, откуда открывается роскошный вид на Гудзон и лес на противоположном ее берегу. Этот лес на той стороне реки, как и парк, где расположен музей, как и сам музей, когда-то подарил Нью-Йорку Нельсон Рокфеллер.

Небольшая и невероятно уютная квартира семьи Меерсонов была по-московски забита книгами, которые я тут же принялся запоем читать. Я ведь только что приехал из СССР, где многое из того, что стояло у отца Михаила на полках, было недоступно. Его жена Оля, двоюродная сестра композитора Альфреда Шнитке, филолог по образованию, замечательно пела.

Я познакомился с некоторыми прихожанами отца Михаила и побывал кое у кого дома. Атмосфера несколько напоминала ту, что так замечательно описана Людмилой Улицкой в «Веселых похоронах». Это и не удивительно, так как основой для сюжета этой вещи послужила история художника Виталия Длугого, рассказанная Улицкой отцом Михаилом и Олей.

Оля и отец Михаил — удивительно теплые и умные люди. Разговоры с ними всегда были для меня духовными пирами, возвращавшими меня в те московские времена, когда можно было поговорить о чем-то действительно важном, а не только о том, как ужасен президент Буш. С Олей, которая в совершенстве знает иврит, да еще и является профессиональным филологом (сейчас она профессор в Джорджтаунском университете), было одно удовольствие обсуждать тонкости библейских текстов, а также смыслы Платонова и Достоевского. Без нее я бы, например, никогда не обратил внимания на то, что Лебедева из романа «Идиот» звали Лукьяном, так же как римского поэта Лукана, совершившего самоубийство по приказу Нерона. Замечу мимоходом, что пьяненький и подленький чиновник Лебедев, среди прочих своих занятий толковавший Апокалипсис («Кто почтит Лебедева? Всякий вмале не пинком сопровождает его… А в искусстве сем я равен вельможе!»), — один из самых забавных персонажей этого романа, наряду с Фердыщенкой и генералом Иволгиным.

Недавно Оля совершила невозможное: вместе с Робертом Чандлером перевела на английский роман Андрея Платонова «Котлован». Попробуйте перевести вот это: «В день тридцатилетия личной жизни Вощеву дали расчет с небольшого механического завода, где он добывал средства для своего существования. В увольнительном документе ему написали, что он устраняется с производства вследствие роста слабосильности в нем и задумчивости среди общего темпа труда.

Вощев взял на квартире вещи в мешок и вышел наружу, чтобы на воздухе лучше понять свое будущее. Но воздух был пуст, неподвижные деревья бережно держали жару в листьях, и скучно лежала пыль на безлюдной дороге — в природе было такое положение. Вощев не знал, куда его влечет, и облокотился в конце города на низкую ограду одной усадьбы, в которой приучали бессемейных детей к труду и пользе…»

Отец Михаил — замечательный проповедник. Искусство проповеди очень сложно, так как она по сути своей является наставлением, а современный человек к наставлениям не привык. Таким образом, проповедник должен наставлять, избегая при этом нравоучительности. Квадратура круга. Или, как сказали бы древние, contradictio in adjecto. Как отец Михаил решает эту задачу, уму непостижимо, но после проповедей его я всегда испытываю большой душевный подъем.

> Take me back to the place where I first saw the light,
> To the sweet sunny South take me home…
>
> *(Joan Baez)*

Во Флориде мы прожили два года. Природа ее очень своеобразна. Более всего удивило полное отсутствие запахов. Даже магнолии, которые на севере издают пронзительный аромат, там ничем не пахли. Экзотические животные и птицы (броненосцы, опоссумы, пеликаны, цапли, ибисы) в изобилии, в небе постоянно кружат орлы и коршуны, в реках и озерах водятся аллигаторы и водяные змеи. Кстати, по моим наблюдениям, аллигатор — довольно осторожное существо; если он понимает, что человек не один, а поблизости есть другие люди, то предпочитает держаться подальше. Я помню такой случай. Году в 1991-м приехал в Гэйнсвилл Володя Минеев из института Ландау. Мы повезли его за город в маленький заповедник. Идем по дорожке вдоль речки, вдруг нам навстречу — шагах в тридцати — идет совсем не маленький аллигатор. Именно не ползет, а идет, поскольку лапы у них довольно длинные и корпус сидит над землей достаточно высоко. И вот наш бравый Минеев под вопли ошеломленных американцев ринулся на аллигатора, который, не желая испытывать судьбу, со страшным треском и шумом рухнул через кусты в реку.

Вспоминаю и другой эпизод. Однажды мы с женой, сыном и моим греческим другом поехали в какой-то национальный парк кататься на каноэ. Помню эту речку — прозрачная как хрусталь вода, все видно до самого дна. И видно, как в воде плавают змеи

длиной по крайней мере в метр, с красивой покрытой узором кожей. Мы плывем на каноэ, а мимо нас, попы в воде, плывут в автомобильных камерах люди. С ближайшего дерева свешивается змея. Мы спрашиваем одну даму, не боится ли она. «Нет, не трогайте их, и все будет в порядке». Моего друга Никоса эти слова, по-видимому, не убедили, так как когда наше каноэ перевернулось, он сразу полез на дерево, предоставив мне нырять за его пятисотдолларовой фотокамерой.

Постдокторская позиция дается на два года, и в конце 1991-го мы покинули Флориду. Следующим пунктом был Принстон, где мы прожили полгода, а за Принстоном — Гарвард. В промежутке между этими двумя почтенными учреждениями я был приглашен на интервью в Оксфорд и вскоре получил приглашение на работу, которое с радостью принял.

Полгода, проведенных в Принстоне, были довольно плодотворными. Я продолжал знакомиться с американской физикой, ездил на все, какие только мог, конференции, делал доклады везде, куда приглашали. Вообще здесь ситуация такая, что люди знакомятся друг с другом не по статьям, а лично. На чтение статей, как правило, не хватает времени. В Принстоне моим непосредственным начальством были два замечательных физика — лауреат Нобелевской премии Филип Андерсон и его ученик Данкан Халдэйн. Одним из достижений Андерсона считается модель его имени, описывающая влияние магнитных примесей на свойства металлов. В свое время мы с Павлом Вигманом эту модель решили точно. Не знаю, произвело ли это на Фила какое либо впечатление или нет. Во всяком случае, при нашей первой встрече он отрекомендовал меня кому-то как математика. Так и сказал в телефон: «Я тут беседую с одним математиком». Признаться, это меня встревожило, так как слыть математиком среди физиков в Америке почти так же плохо, как физиком среди математиков. Однако по прошествии небольшого времени его мнение обо мне переменилось к лучшему, и, думаю, его рекомендательное письмо сыграло решающую роль для приглашения меня в Оксфорд.

Филип был порядочным англофилом, с 1965-го по 1977 год преподавал в Кембридже и даже, кажется, имел в Англии дом, где-то в Корнуэлле. Позже, когда я работал в Оксфорде, он приехал туда на несколько месяцев как своего рода почетный гость колледжа Баллиол. Я помню, как он пригласил меня на праздник в колледж, не предупредив, что гостям полагается являться в смокингах. Я пришел в обычном костюме и буквально

сгорал со стыда. Смокинг у меня, разумеется, был; это был первый предмет, приобретенный мною в Оксфорде.

Ученик Андерсона Данкан Халдэйн ненамного старше меня. Семья Данкана известна своими академическими традициями, один из его родственников считается великим генетиком. Данкан закончил Кембридж примерно тогда же, когда я Физтех. Будучи студентом, он состоял членом троцкистской организации и курил марихуану. В 1970-х годах среди английских хиппи были в моде паломничества в Непал; мне говорили, что из Лондона туда можно было доехать на автобусе. Данкан съездил в Катманду; на обратном пути, где-то в районе Кабула, у него кончились средства. В британском посольстве согласились ему помочь, отправили телеграмму родителям с просьбой выслать деньги, а также дали ему два пенни на пропитание. Данкан говорил мне, что тогда он познал разницу между жизнью на один пенни в день и жизнью без единого пенни.

В конце февраля 1992 года мы перебрались в Бостон. Мне предстояло проработать полгода в Гарварде. Там я пытался применить свои знания по теории поля к задачам о биологических мембранах. Я продолжал эти попытки и впоследствии, но, к сожалению, никакого результата они не принесли.

Читателя может несколько удивить тот факт, что я, занимаясь проблемами, связанными с квантовой механикой, такими как теория магнетизма, вдруг бросился в теорию мембран, которая является, в сущности, классической физикой. Дело здесь, однако, в том, что математически совершенно разные отрасли физики могут быть удивительно похожи, о чем я уже писал в пятой главе. Чтобы это не звучало абстрактно, приведу несколько примеров. Каждый согласится, что свет, тепловое излучение, радиоволны, рентгеновские лучи воспринимаются нами очень по-разному. Однако математическое описание этих столь различных, по-видимому, явлений практически не отличается друг от друга. В рамках этого описания указанные явления — это колебания электрического и магнитного полей (электромагнитные волны), чья динамика описывается уравнениями Максвелла. Разница между видимым светом, для восприятия которого у нас есть специальный орган — глаз, и рентгеновскими лучами, о существовании которых мы можем судить только по последствиям их воздействия на наш организм, с точки зрения этих уравнений состоит только в разной частоте колебаний. Можно расширить эту аналогию до аналогии между светом и звуком. Уравнения для электромагнитных волн и звука

неидентичны, хотя и похожи. В рамках этой аналогии электромагнитные волны разной частоты — как звук разного тона. Аналогия продолжается и далее — на все вообще периодические и квазипериодические движения, хотя и становится более расплывчатой. Как я говорил, с таких аналогий наука и начиналась: Пифагор (или кто-то близкий к нему) усмотрел сходство между колебаниями струн лиры и движением светил. Отсюда и знаменитое выражение «музыка сфер». Это умная музыка, то есть такая, которую слышит не ухо, а ум человека, понимающего гармонию, заложенную в законах природы.

Я никогда не переставал и не перестаю удивляться этому сходству различных предметов, открытому теоретической физике, что и делает ее для меня столь привлекательной и служит неистощимым источником для вдохновения и размышлений.

Глава 10
Оксфорд

Контракт на постоянную работу в Оксфорде был заключен в марте 1992 года, а в конце августа наша семья перебралась из Соединенных Штатов в их бывшую метрополию. Девять лет, проведенных нами в Оксфорде, были для меня годами творческого расцвета, наполненными незабываемыми впечатлениями и встречами с замечательными людьми. Этими впечатлениями мне и хотелось бы поделиться с читателями, но для начала необходимо небольшое вступление, так как многое из того, что я написал, может остаться непонятным, если не знать, как устроен Оксфорд.

Оксфордский и Кембриджский университеты представляют собой конгломерат факультетов (de-partments) и колледжей. Последние являются полуавтономными образованиями, управляемыми собраниями полноправных членов (fellows). Студент, поступающий в Оксфорд или Кембридж, подает документы не в университет вообще, а в какой-то определенный колледж. В колледжах студенты живут и посещают семинарские занятия (tutorials), проводимые членами колледжа; лекции же по избранному ими предмету проводятся централизованно. Например, студент, поступивший «читать» (так и говорят, не «изучать», а «читать») физику в какой-то колледж, ходит на лекции на физический факультет вместе со студентами всех других колледжей. Экзамены тоже проводятся централизованно, и происходит это в потрясающей красоты здании под названием Schools (Школы).

Социальная жизнь как студентов, так и профессуры вращается вокруг колледжей. Fellows получают часть своей зарплаты в виде ланчей и обедов в своем колледже. За вино приходится платить, хотя и намного меньше, чем в магазине, так как колледжи имеют прекрасные погреба, и, как правило, fellows могут приобрести вино за ту цену, за которую оно было куплено колледжем (может быть, десять или пятнадцать лет назад). Обеды происходят в общем зале (холле), преподаватели сидят за высоким столом (high table), студенты за низким (low table, разница в высоте — 5 сантиметров). На все обеды, экзамены и собрания колледжа необходимо надевать академическую мантию. Во время десерта (если таковой следует за обедом) она снимается. На торжественные обеды (например, рождественский)

необходимо надевать смокинг и бабочку, они так и называются black tie, хотя бабочка и не обязана быть черной. «Все люди как следует едят и обедают», — говорила моя жена. В высказывании этом заключена глубокая правда, так как обед в колледже не сводится (далеко не сводится!) к вкушению пищи. Пища (не вино) может даже отступить на второй план, если ваши соседи за столом — интересные люди.

Оксфорд и Кембридж — очень старые университеты; первые колледжи возникли в Оксфорде в XIII веке. То были просто большие дома, где совместно жили образованные монахи, учившие приходящих студентов за плату. Постепенно возникла единая структура — университет. В лексиконе Оксфорда остались забавные выражения, напоминающие о его прошлом. Вот например, когда студента изгоняют, в официальной формулировке это звучит как to send down to rusticate, то есть студента посылают «омужичиваться», сидеть в деревне вдали от культуры и просвещения. Или когда аспирант успешно выдерживает кандидатский экзамен, ему дается (даруется) a leave to supplicate, то есть «разрешение умолять» о присуждении ему искомой степени доктора философии.

Кое-что из давней истории Оксфорда. Его почетным доктором стал русский император Александр I (за победу над Наполеоном), а также прусский фельдмаршал Блюхер. Последний при этом пошутил: «Они меня сделали доктором, а Гнейзенау (его начальник штаба) надо было сделать хотя бы аптекарем». В церкви колледжа Мертон до сих пор стоит большая ваза серого уральского камня, подаренная колледжу российским императором, а портрет его висит в одном из залов здания, где проводятся экзамены.

Рудольф Пайерлс(1907–1995)

Мне выпала редкая удача встретить человека, чьи действия и мысли имели колоссальное влияние на судьбы миллионов людей. Этот человек — сэр Рудольф Пайерлс, с которым я и моя жена имели честь познакомиться в 1992 году. Пайерлс — немецкий еврей, был женат на российской гражданке Евгении Каннегисер, чей брат Леонид застрелил в 1918 году начальника петербургской ЧК Урицкого (он был романтиком-революционером, членом партии эсеров). В 1929 году они встретились в Одессе на конференции по физике, вскоре поженились, и Пайерлс увез ее в Германию, а потом в Англию. В 1937 году, работая в Бирмингамском университете, Пайерлс теоретически оценил критическую массу урана-235, необходимую для взрыва атомной бомбы. Результат отличался от реального в два раза (кажется, Пайерлс получил 8 кг, а на самом деле это 16 кг).

Вот этот результат, да еще и ошибка коллеги Пайерлса, великого германского физика Вернера Гейзенберга, оставшегося в Германии и возглавившего германский атомный проект, и определили судьбы мира на ближайшие десятилетия. У Гейзенберга получилась другая цифра — 500 кг. 8 кг означали, что бомбу, хотя и ценой неимоверных усилий, можно было сделать, 500 кг означали, что сделать ее в условиях того времени было нельзя (странно, кстати, что никто из коллег Гейзенберга не проверил его вычислений, так как ошибка была довольно элементарной). Поэтому Германия, собственно говоря, и не предпринимала в течение войны никаких серьезных усилий в этом направлении. Конечно, никто в Англии и Америке о таком положении дел не знал, и ученые-эмигранты из Европы страшно боялись, что Гитлер доберется до бомбы. Великобритания начала свой атомный проект первой, в 1939 году. В США в то время ничего не знали об этом, так как военный союз между двумя странами еще не был заключен. Летом 1939 года венгерские физики Эдвард Теллер и Лео Сциллард отыскали на Лонг-Айленде отдыхавшего там на своей даче Эйнштейна и побудили его написать письмо президенту Рузвельту, чтобы известить его о серьезной потенциальной угрозе со стороны Германии, вооруженной атомной бомбой. Рузвельт прочел письмо и назначил комиссию для консультаций по этому вопросу, но комиссия положила письмо Эйнштейна под сукно. Таким образом, Манхэттенский проект начался с опозданием, лишь в 1942 году, когда американцы, ставшие уже военными союзниками англичан, получили информацию о том, что Великобритания

тратит большое количество своих скудных средств на разработку какого-то странного супероружия. Произошло то, что я наблюдаю в Америке уже двадцать лет: первыми тратить не будем, но раз те, другие, тратят, мы потратим в двадцать раз больше. Благо, мозги мы тоже можем купить. Так тупость и невежество американского истеблишмента помогли Европе избежать страшной участи стать первым испытательным полигоном атомного оружия. Но вместо Берлина и Гамбурга Сталину продемонстрировали действие бомбы на Хиросиме и Нагасаки.

Союзники решили объединить усилия, и в 1943 году большая группа британских физиков прибыла в Лос-Аламос для работы над бомбой. Тут-то благодаря Пайерлсу история совершила еще один поворот, хотя, думаю, помимо его желания. Дело в том, что он привел в британский атомный проект своего германского земляка, физика Клауса Фукса, который оказался коммунистом и стал передавать информацию о разработке атомного оружия в СССР. Фукс был талантливым ученым, и доставленные им сведения, по-видимому, сократили срок создания советской бомбы на пару-тройку лет. Дело даже не в том, что без американцев советские ученые не сообразили бы, как ее сделать, слава богу, умов хватало, а в том, что без Фукса до Хиросимы им бы никто из начальства не поверил, ведь в СССР у начальства к безграмотности добавлялась еще и классовая подозрительность по отношению к интеллигенции.

Пайерлс очень гордился тем, что оказался лучше Гейзенберга. Все-таки последний был одним из отцов квантовой механики. Он, правда, утверждал впоследствии, что сознательно саботировал германский атомный проект, но Пайерлс обладал точной информацией на этот счет. Дело в том, что сразу после капитуляции Германии пленные немецкие физики содержались на некой уединенной вилле в Англии. Разговоры их, разумеется, прослушивались, и, когда в августе 1945 года радио сообщило о взрыве атомной бомбы над Хиросимой, Гейзенберг воскликнул: «Где же американцы взяли полтонны урана-235!»

В начале 1990-х годов были опубликованы мемуары советского Джеймса Бонда, Павла Судоплатова, который утверждал, что научный руководитель Манхэттенского проекта Роберт Оппенгеймер сотрудничал с СССР. Я, конечно, спрашивал об этом Пайерлса, который Оппенгеймера хорошо знал, и тот сказал, что это ерунда. Впрочем, к Оппенгеймеру подкатывались-таки. У Эйнштейна была русская любовница, жена скульптора Коненкова. По возвращении в СССР в 1946 году Сталин наградил ее звездой героя. Вот она-то и была одной из тех, кто пытался подобраться к Оппенгеймеру.

Я впервые увидел Пайерлса в Москве, кажется, в 1988 году, когда он приехал повидаться с выпущенным из горьковской ссылки Сахаровым. Встреча титанов была организована академиком Роальдом Сагдеевым, который тогда был советником Горбачева, в Институте космических исследований АН СССР, где Сагдеев был директором. Обсуждали план противоракетной обороны (так называемых «звездных войн»), предложенный президентом Рейганом. Собственно, обсуждавших было трое — создатели советского термоядерного оружия Яков Зельдович и Андрей Сахаров и Пайерлс. Халатников, директор института Ландау, где я тогда работал, согнал нас, молодых сотрудников, дабы мы представляли аудиторию, воплощая таким образом вновь провозглашенные принципы открытости и гласности. Помню, как Пайерлс слушал Сахарова — с какой-то пронзительной интенсивностью. Помню и слова Андрея Дмитриевича: «Секрет атомной бомбы заключался в том, что ее можно было создать, секрет „звездных войн“ в том, что их создать нельзя». Так оно и было, это был блеф.

От Пайерлса, как и от других представителей старой европейской культуры, которых мне еще удалось застать в Оксфорде и Кембридже, исходило какое-то особое обаяние. Все эти люди — Рудольф Пайерлс, Исайя Берлин, Николас Кюрти, которым в начале 1990-х годов было уже хорошо за восемьдесят, были настоящими интеллигентами. Конечно, и среди людей помоложе я встречал приятных, честных, умных, ярких, но таких, как эти, все-таки никогда. Это были обитатели Атлантиды, ушедшей на дно европейской культуры, разрушенной — измами XX века.

Николас Кюрти (1908–1998)

С Николасом Кюрти мне доводилось встречаться почти каждый день, так как мы были членами одного колледжа и приходили туда на ланч (он, правда, не приходил, а приезжал на велосипеде из своего дома на севере Оксфорда — так и ездил каждый день по несколько километров до самой своей смерти в 1998 году). Сэр Николас, так же как и я, частенько оставался обедать, и вот тут-то начиналось настоящее наслаждение, особенно если за обедом следовал десерт, когда при свете свечей и звуках приятной беседы вокруг стола ходили хрустальные графины с кларетом, сотерном и старым портвейном. Скажу, перефразируя Пушкина:

Влагой сладкого сотерна
Чашу мне наполни, мальчик.
Так Октавия велела,
Председательница оргий.

Сэр Николас был знаменитым физиком-экспериментатором, специалистом по сверхнизким температурам. В 1956 году он и Франк Саймон сумели достичь температуры в 1/1 000 000 градуса выше абсолютного нуля (1 микрокельвин). Этот рекорд оставался непревзойденным много лет.

Сэр Николас был большим другом Рудольфа Пайерлса и вместе с ним участвовал в Манхэттенском проекте, а затем, наверное, делал британскую бомбу в Хартвелле, хотя об этом мы никогда не говорили. Родился он в Будапеште, окончил знаменитую гимназию Минта, где учились такие гении, как Джон (Янош) фон Нейман, Теодор фон Карман, Эдвард Теллер, Лео Сциллард, Юджин Вигнер. Высшее образование получил в Сорбонне. Оппонентами на диссертации Кюрти были один из творцов квантовой механики Эрвин Шредингер и Вальтер Нернст. После 1933 года Кюрти перебрался в Англию, где и остался навсегда.

Среди широкой академической публики сэр Николас был известен как талантливый кулинар и неутомимый волокита. Кстати, он всегда обижался, когда я по рассеянности предлагал ему за обедом воды. Настоящий мужчина пьет только вино, даже если ему за восемьдесят. Сэр Николас постоянно посещал кулинарные конференции, где объяснял, как правильно готовить всяческие яства, а также рассказывал о разных технических

приспособлениях, облегчающих жизнь повара и ресторатора. Самым известным его достижением по части кулинарного искусства была inverted baked Alaska, десерт, холодный снаружи и горячий внутри. Десерт сей приготовлялся в микроволновой печи, а эффект достигался за счет разницы в электропроводности внутренних и внешних слоев этого блюда: внутренние слои проводили ток хорошо и поэтому нагревались, а внешние — плохо и оставались холодными.

В конце каждого рождественского обеда в колледже сэр Николас обходил всех нас с наполненным коньяком шприцем и собственноручно впрыскивал коньяк в мятные пирожки.

Сэр Николас любил ухаживать за дамами, но с радикальными феминистками у него, кажется, плохо получалось. Я помню, как он сник за одним обедом, когда сидевшая рядом с ним куколка на вежливый вопрос об ее интересах заявила, что она изучает средневековые изнасилования.

Исайя Берлин (1909–1998)

Полно мне леденеть от страха,
Лучше кликну Чакону Баха,
А за ней войдет человек…
Он не станет мне милым мужем,
Но мы с ним такое заслужим,
Что смутится Двадцатый Век.
Я его приняла случайно
За того, кто дарован тайной,
С кем горчайшее суждено,
Он ко мне во дворец Фонтанный
Опоздает ночью туманной
Новогоднее пить вино.
И запомнит Крещенский вечер,
Снег в окне, венчальные свечи
И поэмы смертный полет…
Но не первую ветвь сирени,
Не кольцо, не сладость молений —
Он погибель мне принесет.

Когда я прочел сэру Исайе эти посвященные ему стихи Ахматовой, он сказал: «Она никогда не могла мне простить, что я женился». Он говорил на каком-то потрясающе ярком и образном русском языке, в котором отражалась и выражалась та культура затонувшей Атлантиды, о которой я говорил ранее. Хотелось слушать, и слушать, и слушать, даже когда он говорил о самых простых вещах, и становилось мучительно стыдно за собственное неумение говорить и выразить себя на своем, казалось бы, родном языке.

Исайя Берлин родился в 1909 году в Риге в семье богатого лесопромышленника. Пережил как Февральскую, так и Октябрьскую революцию в Петрограде: в 1921 году его семья перебралась в Англию. Исайя с отличием окончил Корпус Кристи колледж в Оксфорде и совершенно вписался в британское общество. В 1932 году Исайя Берлин был избран членом (fellow) самого богатого и престижного колледжа Оксфорда — All Souls (Всех Душ), каковым он и оставался до смерти в 1997 году. За свою долгую жизнь он занимал множество академических постов, а с 1974-го по 1978 год был президентом Британской академии (естественные науки в нее не входят, они находятся в ведении Королевского общества).

Сэр Исайя (он был произведен в рыцари в 1957-м) называл себя историком идей; он написал множество книг, в том числе много книг о русской культуре (о Герцене, о Толстом). Был лично знаком с Пастернаком и Ахматовой. Во время войны он работал в британской дипломатической службе, был советником Черчилля и Рузвельта, последнего он просто боготворил. Ахматова считала, что ее встречи с Берлином в 1945–1946 годы так разозлили Сталина, что едва ли не из-за этого началась холодная война («Но мы с ним такое заслужим, что смутится XX век»).

Исайя Берлин считается одним из ведущих либеральных мыслителей XX века. Однако, в отличие от многих либералов, он не был человеком наивным и не считал, что человек изначально хорош. Одна из его книг так и называется «Кривое древо человечества» (здесь цитата из Канта: «На кривом древе человечества ничего прямого не вырастет»), Исайя Берлин писал, что вечный конфликт и трагедия человеческой жизни происходит из-за столкновения ценностей. Людям, как индивидуально, так и сообща, все время приходится решать, что для них важнее: сказать правду или сохранить друга, отстоять свободу или потерять близких и т. д. И никакая логика, никакая наука не помогут определить, что хорошо, что плохо. Как тут не вспомнить Кюрти и Пайерлса, столько душевных сил вложивших в создание самого жуткого на свете оружия, а по другую сторону железного занавеса Андрея Дмитриевича Сахарова, Якова Борисовича Зельдовича, Льва Давидовича Ландау, Сергея Владимировича Лебедева, которым приходилось защищать режим палачей для того, чтобы не допустить еще худшей мясорубки… Не дай нам бог решать такие проблемы.

Книги Исайи Берлина были первыми книгами, встретившими меня в Оксфорде. Я увидел их на столе в приемной принципала моего колледжа, когда пришел туда на интервью. К тому времени Исайя Берлин давно уже был культурной иконой. У него было множество учеников, занимавших самые видные посты и в британском обществе, и за его пределами. Одним из них является, например, бывший лидер либеральной партии Канады Майкл (Михаил) Игнатьев, внук и правнук министров царского двора. Влияние сэра Исайи было настолько велико, что ему удалось даже основать новый колледж (Вулфсон, колледж для аспирантов), для чего нужно было растрясти некоторое количество денежных мешков. В Америке это было бы не так трудно, но в Британии подвигнуть людей на благотворительность значительно труднее.

Поскольку русские ученые были в Оксфорде в 1992 году в новинку, сэру Исайе стало, по-видимому, любопытно взглянуть на

диковину, и вскоре после нашего переезда в Оксфорд он пригласил нас с женой к себе домой. Так состоялось наше знакомство.

Роджер Пенроуз

Сэр Роджер известен широкой публике как писатель, автор нескольких замечательных популярных книг, посвященных наиболее острым проблемам физики и математики. Являясь одним из самых блестящих умов в своей области (наиболее серьезные его достижения относятся к теории гравитации), сэр Роджер знает, о чем пишет.

Наиболее известная российскому читателю книга Пенроуза — «Новый ум короля» — посвящена проблеме искусственного интеллекта. В этой книге он отстаивает ту точку зрения, что человеческий интеллект является именно человеческим, то есть его нельзя воспроизвести в какой-то другой конструкции, поскольку физический состав нашего мозга играет определяющую роль в том, как функционирует наше мышление и как мы решаем возникающие перед нами задачи. По этой причине популярное ныне сравнение человека с компьютером ложно.

Книга начинается с вопроса о том, нужно ли, приступая к выполнению какой-то задачи, понимать, что ты делаешь, или же можно безо всякого понимания ограничиться просто четким выполнением набора инструкций. Именно так, то есть скрупулезно, шаг за шагом следуя инструкциям, действуют все известные нам машины. Все они, независимо от конкретной конструкции, являются различными воплощениями так называемой универсальной вычислительной машины, или «машины Тьюринга», подробно обсуждаемой Пенроузом. Такая машина работает алгоритмически, то есть все ее операции происходят в виде дискретных шагов и так, что каждый следующий шаг обусловлен предыдущими. В то же время то, что мы называем пониманием, связано с охватом проблемы в целом и является, таким образом, примером неалгоритмического поведения. Несмотря на кажущуюся очевидность последнего утверждения, оно усиленно оспаривалось и продолжает оспариваться. Даже сам великий британский математик Тьюринг, введший понятие универсальной машины, считал, что мозг тоже является такой машиной, хотя, надо отдать ему справедливость, твердой уверенности в этом у него не было.

Идейным союзником Тьюринга в вопросе о природе человеческого мышления являлся другой знаменитый английский математик и лауреат Нобелевской премии по литературе (!) — Бертран Рассел. Еще в начале XX века, то есть задолго до Тьюринга, Рассел занялся разработкой алгоритма, который бы позволил построить человеческий язык, исходя непосредственно

из данных нашего опыта. Существенной чертой алгоритма Рассела была опять-таки дискретизация реальности; предполагалось, что все наши ощущения можно разбить на отдельные кусочки, из которых потом должна каким-то образом синтезироваться единая картина нашего сознания. На поверку программа Рассела оказалась неосуществимой; после сорока лет дискуссий коллега Рассела по колледжу Троицы в Кембридже Людвиг Витгенштейн доказал, что человеческий язык оперирует понятиями, которые расселовский алгоритм бессилен построить. К утверждениям такого рода относится, например, «Раскольников виновен в убийстве». Оказалось, что понимание этой простой фразы требует введения огромного количества дополнительных понятий, таких как «суд», «жюри», «допустимые законом свидетельские показания», и все эти понятия не могут быть сведены к простым человеческим действиям, как этого требует расселовский алгоритм.

Однако, несмотря на данные Витгенштейном доказательства, идеи Рассела не вышли из обращения и положены в основу популярной в нейробиологии теории нейронных сетей.

Если Тьюринг и Рассел правы и мозг действительно действует как универсальная машина, то весьма вероятно, что все действия человека однозначно определены комбинацией физических факторов, даваемых его окружением и устройством его тела, и он ни в каком смысле не свободен и не может отвечать за свои поступки. Понятие преступления теряет смысл и должно быть заменено чем-то вроде нежелательного поведения, которое надо по возможности исправлять методами медицины и социальной инженерии. Нашему сознанию в таком случае совершенно нечего делать, оно есть либо иллюзия (непонятно только чья?), либо безвольный узник, заключенный в тело, как в тюрьму.

Пожалуй, можно сказать, что Роджер Пенроуз стал следующим после Витгенштейна серьезным критиком теории «мозг = компьютер». Дав длинный и подробный разбор аргументов Тьюринга и сторонников его теории, Пенроуз показал или, скорее, напомнил читателям о том, что человек способен решать задачи, которые машина Тьюринга решать не может, и, следовательно, наше мышление не является алгоритмическим.

Поскольку алгоритмичность машин обусловлена тем, что они в своем функционировании следуют законам классической механики с ее детерминизмом, Пенроуз полагает: неалгоритмическое поведение имеет корень в квантовой механике. Как мы уже обсуждали в медитации «Есть?», детерминизм (предопределенность) не есть абсолютный закон нашего мира; законы, управляющие движениями микрочастиц

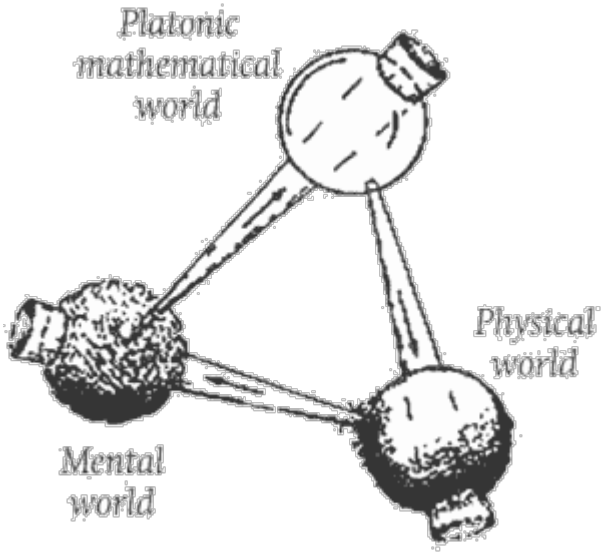
(квантовая механика) не предполагают жесткой причинно-следственной связи. Если квантовая механика влияет на работу мозга, то это дает возможность объяснить неалгоритмичность происходящих там процессов. Вопрос, конечно, в том, имеет ли она отношение к его работе на том уровне, где происходит анализ информации и отдаются приказы нашим мускулам и другим органам. Тут Пенроуз, высказавший некоторые конкретные предложения о том, где именно квантово-механические эффекты могли бы проявиться наиболее отчетливо, вступил в конфликт со многими биологами, начисто отрицающими и его предложения, и вообще роль квантовой механики в мозговых процессах. Не думаю, однако, что спор этот можно считать завершенным.

На меня лично Пенроуз более повлиял не полемикой со сторонниками искусственного интеллекта, а своим бескомпромиссным платонизмом. Ни один из ныне живущих ученых не выдвинул лучших аргументов в пользу существования мира идей, внеположного миру чувственно воспринимаемых предметов. Эти идеи сэра Роджера кардинальным образом повлияли и на меня. Наиболее краткая их экспозиция дана Пенроузом в его более позднем труде «The Road to Reality» («Путь к реальности»), тоже переведенном на русский язык. Я думаю, что, подобно Платону, он называет здесь реальностью мир идей. «Треугольник Пенроуза» — воплощенная невозможность, — придуманный им в 1950 году, превратился в его книге в образ нашего бытия.

Каждый из миров, изображенных Пенроузом, — мир ментальный, мир математики и мир физический, — хотя бы отчасти (если не целиком) отражается в другом. Хотя внимательный читатель найдет, что медитации, предложенные в моей книге, во многом являются развернутым комментарием к этой схеме, я все-таки, ввиду ее важности, дам краткий комментарий. Фигура циклична, и можно начинать откуда угодно, но, отдавая дань предрассудкам нашего времени, начнем с физического мира. Наиболее распространенный ныне взгляд на вещи состоит в том, что мир физический независим от нас (объективен) и, более того, мы сами являемся его продуктом (хотя бы отчасти). Такая точка зрения принимается практически всеми, что и показано в изображении. Далее: есть мир идей, куда Пенроуз поместил только математику. Не думаю, что он ограничился ею потому, что он в грош не ставит, например, искусство. Причина тут в другом: в случае с математикой совершенно ясно, что мир ее, с одной стороны, объективен, то есть не зависит от наших прихотей, а с другой стороны, не совпадает с миром природы. Про это много говорилось (в

частности, в медитациях «Числа» и «Антропный принцип») и еще будет говориться на этих страницах. Об искусстве рассуждать намного сложнее, хотя я и пытался в медитации «Красота» намекнуть на то, что «хорошее» искусство принадлежит к тому же объективному миру идей, что и математика (а «плохое», наверное, попадает туда же, где находятся ошибочные математические работы). Пенроуз допускает, что не весь этот мир доступен человеку. Мир идей служит как бы чертежом или программой для мира физического. Совершенно понятно, что мир идей не изоморфен физическому миру, так как есть множество математических построений и моделей, которым в физическом мире нет никакого соответствия. Управляется ли физический мир всецело математическими законами? Мы не можем сказать это с полной уверенностью по нескольким причинам. Во-первых, естественные науки изучают только те явления, которые повторяются. Принцип воспроизводимости есть их основной критерий, и все, что под него не подпадает, автоматически выпадает из ее поля зрения. Во-вторых, неясно, что делать с той частью физического мира, где проявляет свою активность человек. Существуют ли, например, законы истории? У нас нет ясного представления на этот счет. Следующим миром является мир ментальный, в котором отражаются оба других. Это, собственно говоря, и есть мир, в котором мы живем, другие два мы конструируем, воссоздаем через сознательный или бессознательный анализ наших ощущений и восприятий. Итак, чудесный треугольник замкнулся. Он есть образ нашего мира и он, как и наш мир, невозможен.

Треугольник Пенроуза — «воплощенная невозможность»



Будучи специалистом по теории гравитации (в 1988 году Пенроуз вместе со Стивеном Хокингом получил премию Вульфа), ученый очень много говорит в своих книгах и о проблеме ранней Вселенной, и о парадоксах, возникающих при попытках объединить квантовую теорию с теорией гравитации. Я мало касался этих проблем, отчасти потому, что не являюсь специалистом в этой области, отчасти потому, что не считаю нужным ставить нашу духовность в зависимость от событий, происшедших тринадцать миллиардов лет назад, когда наш мир только начинался. Тем не менее мне хочется привести одно из рассуждений Пенроуза. Оно непосредственно касается довольно популярной ныне темы о случайности или неслучайности устройства мироздания. Напомню еще раз, что в полном согласии с Библией современная космология полагает, что Вселенная имеет начало во времени. Структура начального состояния неясна для нас, но начиная с 10^{-43} секунды (планковское время) от «начала», когда гравитационное поле стало по существу классическим, все становится более понятным. В частности, ясно, что в своем раннем младенчестве Вселенная была невероятно плотной, а вещество в ней было невероятно горячим. Понятие тепла для нас ассоциируется с беспорядком: чем горячее предмет, тем интенсивнее в нем беспорядочное, хаотическое движение атомов и молекул. Количественной мерой этого хаоса служит энтропия, которая, согласно второму закону термодинамики, со временем только возрастает. По этой логике энтропия Вселенной в наши дни должна быть выше, чем в ее младенческие мгновения, а следовательно, и уровень порядка тогда должен был быть выше, чем сейчас. Все это звучит парадоксально, ибо как соединить с

порядком чудовищно высокие температуры первых мгновений? Пенроуз объясняет, что все дело в гравитации. Те огромные температуры, которые имели место в первые мгновения, есть температуры не всей Вселенной, а лишь ее вещества. Как целое Вселенная не имела определенной температуры, ибо вещество и гравитационное поле не находились (и не находятся) в термодинамическом равновесии. Поэтому, несмотря на высокую температуру материи, энтропия Вселенной была очень низкой. Насколько же низким, то есть насколько неслучайным было это первоначальное устройство и насколько уникальна была новорожденная Вселенная? Читатель, ты, наверное, спросишь, не безумно ли задавать такие вопросы и кто, кроме Бога, может на них ответить. Однако, оказывается, это можно сделать.

Астрономы оценили массу наблюдаемой Вселенной в 10^{88} масс протонов. Можно оценить максимальную энтропию, соответствующую этой массе. Энтропия есть мера хаоса, заданная формулой $S = lnW,$ где W есть число разных структур, которые можно создать из наличного вещества или (что то же самое) число способов, которыми можно данную структуру (то есть в интересующем нас случае нашу Вселенную) разрушить. Наиболее совершенный и полный метод разрушения — это впихнуть все вещество в черные дыры. При этом теряется всякая информация, никакая структура не выживает. Энтропия черной дыры известна (формула Хокинга), она пропорциональна площади ее поверхности, а последняя определяется массой. Так вот, эта максимальная энтропия есть 10^{120}. Это значит, что Вселенная есть приблизительно одна из десяти в степени 10 со 120-ю нулями. Вот вам мера уникальности нашего мира. Ну, как вам такое *невозможное* число? Оно под стать нашему невозможному миру.

Будучи в Оксфорде, я встречался с Пенроузом, хотя и не был близко с ним знаком. Он — типичный англичанин старой школы, сдержанный, несколько ироничный, избегающий толпы и дешевой популярности. Память о том, что Пенроуз участвовал в комиссии, принимавшей решение о моем приеме в Оксфорд, драгоценна для меня. Его автограф стоит на экземпляре его книги «The Emperor’s New Minci», купленной мной еще в Америке.

Глава 11
Колледж Бронзового Носа (Brasenose)

Как я уже говорил, общественная жизнь и студентов, и профессуры вращается вокруг колледжей. Моим колледжем был Брэйзенос (Brasenose). Это название буквально означает «бронзовый нос»; колледж, основанный пятьсот лет назад на деньги некого рыцаря и епископа Линкольншира, получил свое название от дверной колотушки, исполненной в форме львиной морды. Юмористический журнал колледжа назывался Brazen Nose, то есть «наглый нос», что очень похоже. Колледж расположен в самом центре Оксфорда, рядом со знаменитой Radcliffe Camera — творением великого английского архитектора Кристофера Рена. В качестве учебного заведения Брэйзенос особой славы не снискал. Известных его выпускников можно пересчитать по пальцам. Во-первых, это сэр Элиас Ашмоль, основатель первого в Европе музея. Ashmolean museum был основан в XVII веке и до сих пор является одной из главных достопримечательностей Оксфорда. Ашмоль закончил Брэйзенос по интересной специальности — алхимия и астрология. Зарабатывал он, однако, не этим, а другой, не востребованной ныне наукой — геральдикой. Еще одним известным выпускником Брэйзеноса был главнокомандующий британской армией в Первой мировой войне фельдмаршал Хэйг. Про него, впрочем, говорили, что «he was bright below the end of his boots». Нынешний британский премьер Дэвид Кэмерон — тоже «вышел из Бронзового Носа».

Если Брэйзенос и не был чем-то чрезвычайным в академическом отношении, он все-таки и не был особенно плох. Талантливой британской молодежи, как бы скверно ее ни учили в школе, все равно некуда идти, кроме как в Оксбридж, так что хорошие студенты будут.

Как и каждый уважающий себя колледж, Бронзовый Нос имеет герб. Герб этот укреплен метра на четыре выше high table и поддерживается двумя геральдическими животными: львом (символ Англии) и единорогом (символом Шотландии). Шотландцы — гордый народ и, конечно, не потерпели бы, если бы с единорогом было что-то не так. Поэтому неизвестный скульптор, вырезая из дерева сего зверя, позаботился, чтобы все было в порядке — в итоге детородный орган единорога виден

издалека. В один прекрасный день на этом деревянном члене появился презерватив (в самом деле, хоть он и деревянный, but you cannot be too careful, как говорят англичане). Возмущенный принципал колледжа отдал батлеру краткий приказ: «Убери это!» — и батлер в порыве усердия (заставь дурака богу молиться…) оторвал весь член (говорят, аналогичная история произошла в Одессе со статуей Лаокоона). На реставрационные работы ушла уйма денег, хотя попытки отъема денег у колледжа, связанные с членом единорога, имели место и впоследствии. Я помню, как одна художница подала в колледж заявление, прося предоставить ей стипендию, которая позволила бы ей этого единорога нарисовать. Заявление было подано через одного из fellows и рассматривалось на заседании управляющего совета. Получив отказ, дама удовольствовалась самим этим fellow, развела его с женой и увезла в свое chateau во Франции. По этому поводу он устроил нам прощальный вечер, где, одетый в костюм елизаветинских времен, изображал Шекспира.

Еще пару историй под рубрикой «их нравы».

Человек-невидимка

— Вы — ненавистник пролетариата, — сказала женщина.

— Да, я не люблю пролетариат, — горестно ответил Филипп Филлиппыч.

М. Булгаков. Собачье сердце

Студенты Оксфорда, с мозгами, основательно промытыми левой газетой Guardian, полагают себя людьми несправедливо привилегированными, а потому не особенно сопротивляются, если пролетариат взимает с них определенную мзду. Впрочем, британская полиция и судебные органы тоже молчаливо полагают, что с обездоленными массами нужно делиться, и не спешат на помощь жертвам ограблений, коих они, по закону, должны были бы защищать, что и было убедительно продемонстрировано в течение лондонских бунтов 2011 года. Приведенная ниже история может послужить еще одной иллюстрацией к этому тезису.

Географически Бронзовый Нос разделен на две части. А именно, у него есть annex, где проживают студенты четвертого курса и аспиранты. У warden'а (сторожа) этого annex'а был универсальный ключ от всех дверей. Сей ключ он держал на своем столе в привратницкой, прикрепив его для вящей безопасности к большому полену, рассуждая, по-видимому, что полено ворам будет трудно унести. В один прекрасный день в annex зашел некто и осведомился у сторожа о вакансии садовника. Получив вежливый отказ, некто отправился восвояси, а сторож проследовал в близлежащий паб, оставив полено с прикрепленным к нему ключом на столе. Вернувшись из паба, он, как и следовало ожидать, нашел полено на месте, однако ключа на нем не оказалось. Ну кто же в Англии будет звонить в полицию (да и зачем?).

Была пятница, и события не заставили себя ждать. В тот же день некто, вооруженный универсальным ключом, принялся грабить студенческие комнаты, вынимая в основном чипы из компьютеров. Беззащитные девушки в предчувствии надвигающейся ночи ожидали неминуемого изнасилования. В полицию никто не позвонил. Неизвестного никто не видел.

Настала суббота. Грабеж продолжался, в полицию никто не

звонил. В эту субботу был внеплановый семинар по экономике, и встревоженные студенты рассказали о происходящем своему тьютору. Тьютор пытался добраться до dean'а (ответственный за дисциплину), но тот уже был у себя на даче «incommunicado».

Воскресенье. Все, кроме грабителя, отдыхают.

Понедельник. Появляется dean и стремительно принимает решение: звонить в полицию. Полиция появляется, устанавливает пост у ворот аппех'а, но никого не видит. Грабеж продолжается.

Вторник. Отчаявшийся dean принимает решение менять замки. В то время как команда слесарей работает в одном конце здания, грабитель работает в другой, при сближении обе стороны раскланиваются и история обретает свой конец.

Как же объяснить происшедшее? Никак невозможно, если не предположить, что грабитель был человеком-невидимкой. Вот только каким образом он этого добился, техническими ли средствами, как это произошло в одноименном романе Герберта Уэллса, или при помощи газеты Guardian, объяснившей английским студентам, что грабить награбленное справедливо, не знаю. Неужели все-таки второе? Нет, не могу поверить.

Борьба за равноправие полов

Quem deus vult perdere, dementat prius.

Овидий. Метаморфозы

Ко времени моего прибытия в Оксфорд перемена пола была еще сравнительно новым явлением. Пионером этого движения в Оксфорде был (в мужском роде) Ян Моррис. В те мрачные времена многие колледжи не допускали женщин, и в уставе (statutes) того колледжа, членом которого состоял сей джентльмен, было записано: «Женщина не может стать членом (fellow) колледжа». Находчивый джентльмен, однако, ударился оземь, обернулся красной девицей, явился в колледж и заявил: «Ведь не написано, что член колледжа не может стать женщиной». Неприступная доселе крепость пала, так как врата были открыты изнутри.

Однако другие крепости взять оказалось посложнее. В Оксфорде и Кембридже издавна существовали не только мужские, но и женские колледжи. И вот когда один из добрых молодцев, обернувшись красной девицей, пошел наниматься в такой колледж — его с негодованием отвергли как самозванца.

Пример Морриса вдохновил некое количество оксфордских завхозов. Надо сказать, что на этот пост нанимаются в основном отставные армейские бригадиры (в России сей чин был упразднен, кажется, еще Александром I, но в Британии до сих пор существует). Намучились, наверное, бедняги всю жизнь в армии лямку тянуть, думают: эх, была не была, стану своим детям нянькой, хоть на старости лет поживу как человек. Не читали, наверное, нашего поэта Некрасова: доля ты, долюшка — «долюшка женская! Вряд ли труднее сыскать…».

Кстати, вернусь к первой поверженной крепости. Колледж этот является самым богатым в Оксфорде и носит странное название «Всех душ», если полностью, то «Всех душ в мире почивших» (All Souls Faithfully Departed). Впрочем, это название ныне не употребляется. Женщин там не терпели, делая исключение для королевы-матери, для которой, на случай ее приезда, содержались отдельные покои. Читатель постарше, наверное, уже догадался, что колледж сей являлся не только бастионом женоненавистничества, но также и гомосексуализма. Это сейчас гомосексуалист лучший друг феминистки (пролетарии всех стран, объединяйтесь!), а я еще застал гомосексуалистов

старого закала, которые женщин на дух не выносили. Так как Оксфорд был и остается центром классической учености, то неудивительно, что, подражая древним грекам, его профессура практиковала «педагогическую педерастию» (за определением отсылаю читателя в Википедию). Во всяком случае, мой аспирант, нанимаясь на работу в All Souls, предусмотрительно сбрил бороду, а получив работу, побыстрее женился.

Молодежь тоже стоит за старину

Утверждение о том, что Оксбридж является гнездом традиций — трюизм. Считается однако, что оплотом традиций выступают старики. Нижеследующая история показывает, что это не всегда так.

Одной из старейших традиций Оксбриджа является посвящение в клуб регби. Новичок, без различия пола и звания, должен (должна) снять публично трусы в колледжском баре. Наш новый dean, человек несколько старомодных нравов, поднял вопрос о «соблюдении должных стандартов в колледжском баре» на заседании управляющего совета. Оказалось, что никто из членов об этих «элевксинских мистериях» не знал (ведь мы и о тех, древних, мистериях ничего толком не знаем, так что в таком неведении, конечно, ничего удивительного нет). Было решено взять за эталон городские пивные, где такие посвящения, кажется, еще не были распространены. На следующий день был обед для студентов-отличников, и меня посадили рядом с очень милой девушкой. Чтобы завязать разговор, я спросил, что она думает о происходящем в колледжском баре. В какое же волнение привел ее этот светский вопрос! «О, только не касайтесь старых традиций регби-клуба», — воскликнула фея. Вот и говорите после этого, что за традиции стоят одни старики.

Удовольствие священника (Parsons Pleasure)

Через Оксфорд протекают две реки: Темза и Червелл. Последняя речка течет через университетский парк и на ней с давних времен был нудистский пляж. Называлось это место, по понятным причинам, Parsons Pleasure (ну, в том смысле, что хоть посмотреть можно). Ко времени моего прибытия в Оксфорд это уже было историей и никто там не купался.

Вернемся к Бронзовому Носу. В мое время там было довольно много оригинальных людей, кто-то умер, кто-то ушел, есть и те, что остались и здравствуют. Не выстраивая их по степеням оригинальности, пишу наугад.

Келарь

Без этой должности не обходится ни один колледж. Келарь (cellararius) — это fellow, ответственный за подвал, то есть за покупку вин. Работа эта очень ответственная, предполагает частые встречи с виноделами и дегустации. Устав нести сей крест, наш келарь призвал на помощь капеллана колледжа, человека с весьма утонченным вкусом, чей нос был словно вылеплен природой для вдыхания ароматов плодов виноградной лозы. Нос этот не был длинным, отнюдь, не в длине дело… Впрочем, тут мой дар описания бессилен.

Поддавать при такой работе, казалось бы, нельзя, но все равно поддавали.

И еще пару штрихов к портрету келаря. Он был женат на итальянке, и говорили, что на брачной церемонии она была обернута в итальянский флаг (на голое тело, естественно). Официальной специальностью келаря была французская литература; при мне он получил орден от французского правительства за укрепление культурных связей между Британией и Францией. Клянусь Вакхом, связи были очень крепкие!

Казначей (bursar)

Этому человеку, как я узнал на одном из заседаний управляющего совета, ничто человеческое не было чуждо. Дело было так. Обсуждался вопрос о принятии им каких-то новых обязательств, и bursar, как водится в таких случаях, покинул зал заседаний, оставив защищать свои интересы своего приятеля (сообщника?) адвоката. Из речи последнего я узнал, что казначей наш получал от колледжа не зарплату, а стипендию («the stipend of the bursar is 70 000 pounds», дело было в 1998 году), а также узнал, что за новые свои обязанности bursar, being very human хочет получать деньги. Вот мы все, не будучи так human, довольствуемся туманом и запахом тайги, а bursar имеет извинительную человеческую слабость к деньгам, которую, конечно же, надо удовлетворить.

Мудрость нашего казначея не поддавалась описанию. Он не искал славы оратора, и мертвая скука, производимая его отчетами о финансовом положении колледжа, делала анализ невозможным и тем душила всякую возможную критику в зародыше. Наши девушки говорили мне, что он масон. Не знаю, был ли он масоном, но эконом он был глубокий, на всем экономил, ни одного завтрака в колледже не пропускал.

Помимо свойственной людям слабости к деньгам, была у нашего казначея слабость к искусству кино («Важнейшим из искусств для нас является кино», — сказал некогда Владимир Ильич Ленин, и до bursar'а его слова, видимо, дошли). В Оксфорде все время что-нибудь снимали, и bursar распоряжался распределением мест и временем съемок. Не знаю, какую он за это получал стипендию, но в виде чаевых он требовал эпизодических ролей. Вот входит, допустим, инспектор Морс в какой-нибудь оксфордский паб, а там в уголке уже наш bursar с кружечкой…

Монархист

Никогда в жизни мне не доводилось встречать человека более преданного монархической идее, чем наш покойный преподаватель германской литературы Раймонд Лукас. Его познания в области генеалогии аристократических родов обрывались только на границах Кавказа, где, как известно, каждый второй — князь. Нечего и говорить, что он знал всех русских великих князей, и не только великих. Каждые каникулы Лукас устремлялся на какую-нибудь аристократическую свадьбу в Европе. Время от времени он приводил своих знакомых князей и графов в колледж на обед. Так я познакомился, например, с Николаем Толстым-Милославским.

На мои глупые шутки о преимуществах демократии он безобидно отвечал: «Алексей, ну что же делать, если монархия лучше?» Раймонд был холостяком и жил в колледже. По стенам его комнат висели фотографии и портреты разных коронованных особ прошлого, вне зависимости от того и ему, были ли они врагами Англии или нет. Оно и понятно, ведь монархия, как говорил Атос, — универсальный принцип.

Философ

В лице покойного Джона Фостера я, возможно, впервые встретился с настоящим профессиональным философом-мыслителем. Джон умер несколько лет назад. Он был христианин, католик, в философском отношении последователь епископа Беркли (это тот, кого особенно не любил Владимир Ильич). Разговоры с ним были необычайно интересны, и то, что он удостоил меня своим знакомством и даже симпатией, для меня большая честь.

Его книги, так же как и книги его друга и единомышленника, другого представителя оксфордской школы классического идеализма, Ричарда Свинборна, несколько суховаты и не просты для понимания. Однако тем, кто хочет удостовериться, что философия в современном мире представлена не только постмодернистскими шарлатанами, отрицающими существование законов природы, я бы советовал эти книги хотя бы просмотреть.

Архиепископ Кентерберийский (Robert Runcie)

Покойный Роберт Ранси состоял почетным членом нашего колледжа и иногда к нам заглядывал, чаще на ланч. Меня ему представили, наверное, как диковину: ну, все-таки русский. (До меня за всю историю колледжа в нем работал лишь один наш соотечественник, остзейский барон Борис Умбегаун, прошедший во время Гражданской войны долгий путь от Петрограда до Шанхая и побывавший во время Второй мировой в Бухенвальде. Он-то и познакомил fellows с анекдотами «армянского радио».) Архиепископу наши разговоры почему-то понравились. Человек он был совершенно очаровательный. Я однажды воспользовался его присутствием, чтобы заманить в Оксфорд Яна Когана, замечательного физика, к сожалению, умершего совсем молодым (сорока пяти лет).

Дело было так. Ян тогда сидел в Принстоне, его вызвали в Оксфорд на интервью в конце ноября, в то время, когда в Америке празднуют День благодарения и деловая жизнь замирает. Ян, проявив чудеса находчивости и смекалки, каким-то образом достал разрешение на обратный въезд в Штаты и совершенно запыхавшимся явился в Оксфорд. Ко мне он сразу пристал с основным вопросом философии: «А сколько здесь платят?» Я же, вместо ответа на вопрос, повел его в свой колледж на ланч. По какому-то поводу давали вино, и наш tutor for admissions, будучи, как те интеллигенты старого времени, слегка поддат, нацедил Яну бокал со словами: «A glass of wine will do him no harm» («Бокал вина ему не повредит»), Ян несколько размяк, и основной вопрос философии перестал представляться ему таким уж важным. Окончательно он отпал после ланча, когда мы пошли в преподавательскую пить кофе и из соседней комнаты появился (выплыл) архиепископ. «А вот, Ян, и архиепископ Кентерберийский…»

Всего лишь недоразумение

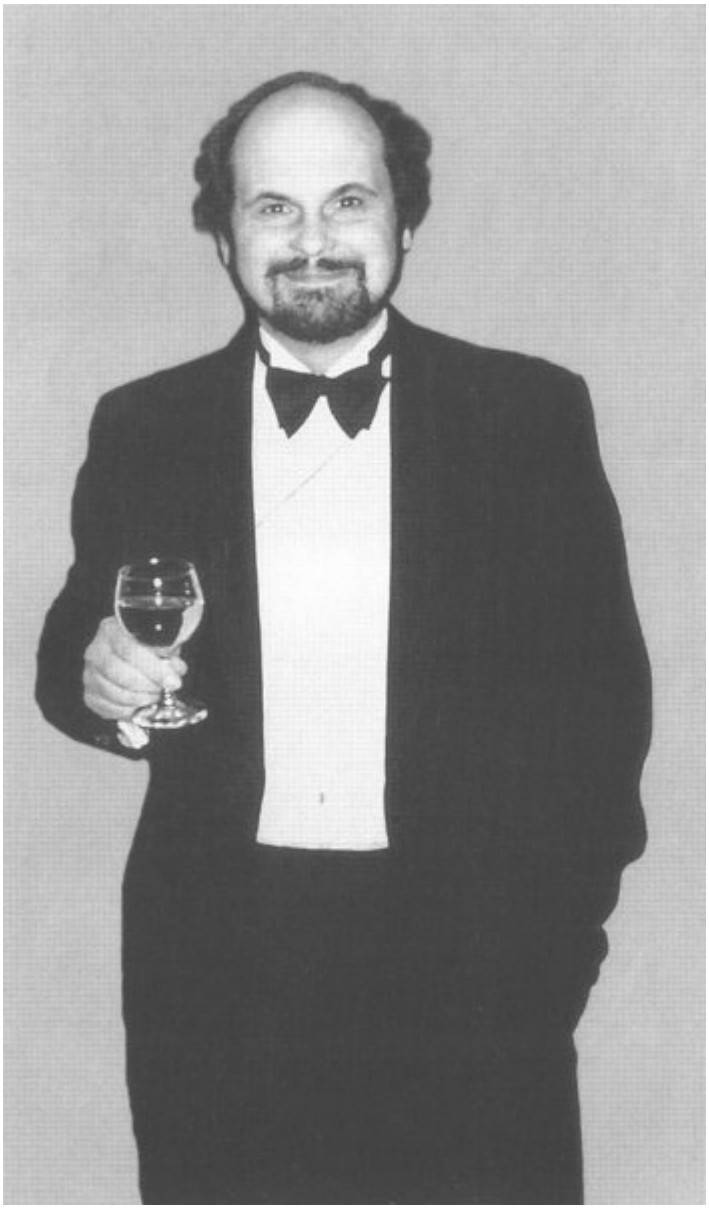
В колледже были аспиранты со всего света, среди них одна очень скромная и застенчивая японка, внучка адмирала Ямамото (того, кто организовал налет на Перл-Харбор). Она изучала законодательство, и ее тьютор поделился со мной тем, что слышал собственными ушами. Она сказала, что их семья всегда была очень англофильской и что все происшедшее (то есть война) — только недоразумение.

Политики

Переходить к этой публике как-то не очень хочется, но ради полноты картины надо сказать и о них несколько слов, ведь люди эти тоже были не серые. В нашем колледже были представлены деятели всех трех крупных политических партий Британии. Несмотря на разницу политических платформ, они замечательно ладили друг с другом, мысля себя, очевидно, членами единого политического класса — номенклатуры. Невероятным лицемерным был лейборист, с виду несколько напоминавший Гиммлера; наибольшей сволочью, безусловно, — тори. Самым снобом — либерал, он, кстати, выучил нынешнего премьера Кэмерона (не хочу сказать о последнем ничего плохого, может, — кристальной души человек).

Атаман Яицкого казачьего войска

Атаман сей присутствовал в колледже только в виде надписи на пожертвовании — большом серебряном кубке с гравировкой по подставке: «Мы, Екатерина II, милостью Божьей императрица всероссийская и самодержица, даруем этот кубок атаману зимовой станицы Яицкого казачьего войска Никифору Митрясову за его верные службы в Санкт-Петербурге 29 января 1767 года». Надпись эту меня попросили перевести на английский: при словах «верные службы» раздался, конечно, общий хохот.



Алексей Цвелик

Автор с учениками в институте Исаака Ньютона. Кембридж, 2000.

Слева направо: Джо Басин, Алексей Цвелик, Фабиан Эсслер, Эндрю Грин, Давиде Контроцци

Глава 12
Колледж Троицы (Trinity). Кембридж

Я провел в Тринити два месяца в 2000 году, работая параллельно в математическом институте Исаака Ньютона. Мало на земле найдется мест, где совершилось столько открытий, преобразивших нашу жизнь, как колледж Троицы в Кембридже. Здесь тридцать лет жил и трудился великий Исаак Ньютон, чьи разработки в области классической механики и оптики положили начало индустриальной революции, в XIX веке здесь занимался исследовательской работой Джеймс Клерк Максвелл, показавший, что электричество и магнетизм являются проявлениями единой силы, и тем проложивший дорогу электричеству, на котором стоит вся наша цивилизация. Парадоксально, но факт: теория электромагнетизма Максвелла ничего не говорила об электроне, который был открыт в 1897 году другим fellow of Trinity — Дж. Дж. Томпсоном. Наконец в 1912-м еще один Trinity man, лорд Резерфорд, расщепил атом. В Тринити провел много лет Петр Леонидович Капица, пока его не заманили обратно в Советский Союз. Капица уехал, а его мантия осталась висеть на вешалке, где и дожидалась тридцать лет следующего его приезда.

В Тринити работал великий датский физик Нильс Бор, создавший теорию атома и заложивший основы квантовой механики, знаменитый индийский астрофизик С. Чандрасекар и великий индусский математик С. Рамануджан, известный своей способностью угадывать сложнейшие формулы, справедливость многих из которых до сих пор не удалось формально доказать. Членами колледжа состояли творцы современной математической логики Норман Уайтхэд и Бертран Рассел, а также знаменитый философ Людвиг Витгенштейн. В Тринити учился Владимир Набоков.

Сам я занимал комнаты, где, будучи студентом, жил лорд Байрон. В одной из них (думаю, в той, где я спал) он держал своего ручного медведя — в то время молодой человек просто обязан был слыть чудаком, иначе бы девушки не любили.

Меня водил по Тринити мой друг и очень дорогой мне человек Гилберт (Гил) Лонзарич, профессор физики в Кавендишской лаборатории и fellow of Trinity. Как и ваш покорный слуга, Гил родился в государстве, которого уже не существует. Но если про СССР еще многие помнят, то про Республику Фриули, просуществовавшую всего несколько лет после Второй мировой войны на границе между Италией и

Югославией, мало кто знает. Каким-то образом семья Лонзарич перебралась в Америку, и в 1960-х годах Гил закончил университет Беркли. В отличие от меня он страшно левый, что, впрочем, не мешает нам при встречах говорить буквально дни напролет. Я помню, как однажды в Риме мы начали беседу в 7.30 утра, стоя в очереди в музей Ватикана, а закончили (не закончили, конечно, а прервали разговор!) в 6 вечера. «Я не разделяю ваших убеждений, но готов умереть за ваше право их высказывать», — как часто люди, считающие себя либералами, не следуют этой максиме, приписываемой Вольтеру. К сожалению, я тоже не всегда могу служить примером терпимости, но с Гилом мне почему-то удивительно легко не соглашаться, и при этом мы остаемся друзьями.

Я помню, как Гил показал мне собрание книг Исаака Ньютона, хранящееся в отделе библиотеки колледжа Троицы, куда допускаются только члены колледжа. Хотя я имел право доступа в этот «спецхран», без Гила я бы никогда не догадался туда пойти. С каким трепетом я прикасался к этим книгам! Многие из них были на иврите и посвящены, по всей видимости, учению каббалы.

Ньютон был интереснейшим человеком. Образ сухого механика и провозвестника века рационализма был создан в пропагандистских целях после его смерти; большой вклад в создание этого образа внес Вольтер. Реальный Ньютон — алхимик, мистик, еретик, толкователь Священного Писания, — был открыт в 30-е годы прошлого века знаменитым кембриджским экономистом (тоже членом колледжа Троицы) Мейнардом Кэйнсом. Кэйне приобрел на аукционе бумаги Ньютона и принялся их читать. То, что он там прочел, совершенно изменило наши привычные представления. Вот цитата из доклада о Ньютоне, сделанного Кэйнсом в 1942 году в Королевском обществе: «Начиная с XVIII столетия о Ньютоне стало принято думать, как о первом и величайшем представителе новой эры науки, рационалисте, учившем нас мыслить строго и бесстрастно. Мне он представляется в другом свете. Думаю, что те, кто ознакомится с содержанием ящика, который он упаковал в 1696 году, покидая Кембридж, и которое, в неполном виде, дошло до нас, согласятся со мною. Ньютон не был первенцем века разума. Он был последним волшебником, последним из вавилонян и шумеров, последним великим умом, смотревшим на видимый и умный миры теми же глазами, что и те, кто начал создавать наше интеллектуальное наследие около 10 000 лет тому назад. Исаак Ньютон, посмертный ребенок (отец его умер до его рождения. — *А.* Д.), рожденный без отца в Рождество 1642

года, был последним чудесным ребенком, которому могли бы искренне и со смыслом поклониться волхвы».

Ньютон происходил из зажиточной фермерской семьи. Отец умер до его рождения; мать вышла замуж второй раз, отчима мальчик не уважал. Школьные учителя, заметив его замечательные способности, упросили мать оплатить его содержание в университете. Будучи студентом, Ньютон познал унижение; как сын незнатных родителей, он был вынужден прислуживать студентам из знатных семей. Его заметил глава колледжа Троицы, где Ньютон учился, видный по тем временам математик Исаак Барроу. Как же мала была тогда математика! Ни интегрального, ни дифференциального исчислений, ни математической логики, не говоря уже о таких дисциплинах, как топология и дифференциальная геометрия. И вот этому нелюдимому, суровому на вид студенту надлежало через двадцать лет расширить ее пределы почти до бесконечности, а также основать целые разделы физики, которой до него тоже, можно сказать, почти не существовало. Однако ко времени окончания университета все это славное будущее еще никому не было известно и даже никаких формальных признаков его, в виде опубликованных научных статей, не было. Даже Барроу, считавший Ньютона гением, не смог бы оставить его в колледже, если бы не вмешалась судьба. В год окончания Ньютоном колледжа там открылось четыре вакансии. Три преподавателя сломали себе шеи, упав с лестницы, а один (поэт) замерз ночью в поле. Надо сказать, что пьют в Тринити здорово до сих пор. Один остряк так охарактеризовал его членов: «Лучшие умы нации с мозгами, замаринованными в портвейне» («The best minds of the nation with brains constantly pickled in port»).

Вот еще одна цитата из биографии Ньютона, написанной Питером Акройдом (перевод А. Капанадзе): «Часто замечают, что Ньютон вряд ли сумел бы вообразить свою теорию всемирного тяготения (поскольку она, по сути, была именно *плодом воображения),* если бы не его алхимические занятия. И в самом деле, идею невидимой силы, действующей между материальными частицами, он мог вывести из сочинений адептов этой науки. Сами алхимические изыскания основаны на вере в некий тайный принцип, одушевляющий вещественный мир, и теорию гравитации можно воспринимать как один из аспектов таких рассуждений».

Тут поднимается важная тема. Оказывается, даже ошибочное мировоззрение (в случае с Ньютоном я имею в виду главным образом его веру в алхимию) может способствовать великим открытиям! Проблему с тяготением видели уже современники

Ньютона, обвинившие его в том, что он вводит в науку *оккультную силу*. И в самом деле, сила всемирного тяготения, по Ньютону, действует мгновенно на расстоянии. Для физики это жутко неудобно, а для алхимии вполне естественно. Ньютон не постеснялся ввести такую силу в физику, хотя о своих алхимических занятиях он никому, кроме узкого круга адептов (среди которых был, например, Роберт Бойль), не говорил. Скрытный был человек. И вот физика просуществовала с этой проблемой более двухсот лет, пока ее не разрешил Эйнштейн в рамках общей теории относительности.

Законы мирозданья смутно
Во мраке крылись много лет,
Но рек Господь: Да будет Ньютон! —
И воссиял над миром свет.

(Александр Поуп)

Математический институт Исаака Ньютона в Кембридже расположен на полпути от колледжа Троицы до Кавендишской лаборатории. Это очень красивое современное здание с необыкновенно удачным архитектурным решением. Вместо привычных длинных коридоров с рядами офисов по бокам там внутри идет как бы спираль. Здание похоже на яйцо, где офисному пространству отведена скорлупа, а внутренность оставлена для тех, кто хочет общаться, обсуждать науку, гонять чаи и т. д.

Мой друг математик Федя Смирнов, участвовавший в одной из программ, организованных институтом Ньютона где-то в начале 1990-х, рассказывал о том, как их посетил муж королевы, принц Филип (герцог Эдинбургский). Сотрудников и визитеров выстроили в шеренгу, принц сделал им смотр и обратился с вопросами. «Вы откуда (так и хочется добавить „молодцы“, но в английском такого слова нет. — А Д.)?» — «Из России». — «Россия? Знаю. Был в Киеве на конном заводе». Через некоторое время после окончания визита в институт пришло письмо, в котором принц выражал свои впечатления от визита в Кембридж. Он посетил там два места: институт Исаака Ньютона и конный завод. От института у него остались хорошие впечатления, а от конного завода плохие, и он советовал конному заводу брать пример с института.

Глава 13
Странствия

Одной из привлекательных черт Оксфорда является продолжительность студенческих каникул. Из каждого года учебы студенты проводят в стенах университета лишь половину времени. Это дало мне значительную свободу для путешествий. Свобода эта сохранилась за мной и после переезда в Америку, где учить мне не приходится вообще. Признаюсь, я люблю путешествовать и путешествую очень много, хотя есть страны, куда меня тянет больше. На первом месте стоят Италия и Франция, именно в таком порядке.

О любви

Надо объездить весь мир, чтобы понять, что ездить нужно только в Италию.

Из И. Губермана и А. Окуня

Все негромко, мягко, непоспешно…

Д. Самойлов

Писать о том, что любишь, — легко, а написать хорошо — трудно. Предмет моей любви, тот, о котором я собираюсь рассказать, — прекрасная страна Италия. Мы в России многим ей обязаны. Итальянцы построили Кремль, Санкт-Петербург со всеми окрестными дворцами; учили русских художников живописи и ваянию; дали нам водку (в XV веке через генуэзские колонии в Крыму) и оперу; помогли выиграть битву под Сталинградом. В Риме Гоголь писал «Мертвые души». Самое великое, что сочинил Алексей Толстой, — это переложение итальянской сказки про деревянную куклу.

Об Италии написано необъятно много и замечательно хорошо. Чтобы не вступать в поединок с мастерами, я буду говорить только о том ее уголке, с которым хорошо знаком и который широкому читателю, возможно, не слишком хорошо известен.

Этот уголок Италии находится на ее крайнем северо-востоке, на границе с молодой страной Словенией. Город Триест и его окрестности, в отличие от близлежащей Венеции, русским туристам незнаком. Для того чтобы насладиться им, нужно побыть там подольше, желательно иметь какое-нибудь занятие (для меня это теоретическая физика), чтобы впитывать Триест медленно, глоточками, а не залпом. Сядьте в трактирчике, возьмите кувшинчик Pino Grigio или Tocai Friulano, закажите bronzino al sale или хотя бы calamari fritti и дайте жизни медленно струиться в бликах солнца, пробивающегося сквозь образующие потолок виноградные лозы…

Триест сбегает в Адриатическое море с высоких карстовых покрытых лесом холмов. Там, на холмах, поросших лесом, — старый маяк, какая-то новая церковь, похожая на ящик из плексигласа, цепочка вилл, телебашня, большой госпиталь.

Дальше, за холмами, — словенские деревушки, в которых подают вкуснейшую ветчину; еще дальше — огромные, уходящие в глубь земли до самого Тартара пещеры. Внизу — старый город с множеством красивых домов австрийской архитектуры XIX века, с маленьким римским амфитеатром, старой крепостью, огромной красивой площадью Единства, где в кафе подают лучшие на свете австрийские сладости — торт «Захер» и струдель с яблоками. Лабиринт узких улочек, вьющихся куда-то вверх, чтобы вконец затеряться между мрачноватыми старыми домами, будет долго сниться в тревожных снах, перепутываясь с такими же мрачноватыми домами города моего детства. А магазины, эти шикарные итальянские магазины, похожие на отделения музеев! В родной Америке после получаса в магазине меня начинает бить нервная дрожь, а здесь я готов ходить по ним сколь угодно долго, как по музею. Все выставленное в витринах хочется съесть и запить чудесным местным вином, а если хватит денег, то и взять стаканчик божественного Barolo. Площадь Единства выходит одной стороной прямо к морю. Сюда еще на моей памяти приставали большие корабли, даже американские эсминцы, а теперь стоят только яхты разных степеней легкости.

Но позвольте немного истории. Принадлежащий ныне Италии Триест стал итальянским лишь в 1919 году. В конце Второй мировой он чуть было не угодил в лапы к партизанам Тито, от чего был спасен подоспевшими вовремя англо-американцами. Архитектура города несет сильнейший отпечаток австрийского влияния. Для Австро-Венгрии Триест был единственным выходом к морю. Здесь сидел брат императора эрцгерцог Максимилиан, которому Иосиф Бродский посвятил свое замечательное танго «1867».

От Максимилиана в Триесте остались загородный дворец и чудный парк Мирамаре, рядом с которым и находится наше прибежище — Международный центр теоретической физики, где много лет пасется ваш покорный слуга и множество его коллег.

Как и многие истории Триеста, история сего принца поучительна. Будучи человеком небольшого ума и слабой воли, принц имел амбициозную красавицу жену по имени Шарлотта. Эрцгерцогине Шарлотте было не по нутру, что ее соперница Сисси правила в Вене, а она всего лишь командовала австрийским флотом в Триесте. Но тут, откуда ни возьмись, появились мексиканцы с предложением императорского престола. Хоть в Мексике, да императором! Глупец согласился, и через несколько лет его не стало (расстреляли повстанцы). Супруга его сошла с ума и в этом положении оставалась пятьдесят лет, до смерти в 1920 году. А ее соперницу красавицу

Сисси, на дух не выносившую чопорную атмосферу венского двора, убил в Милане итальянский анархист.

Гибель Максимилиана породила легенду, гласящую, что любого владельца замка Мирамаре ждет преждевременная смерть на чужбине. Вторым владельцем был герцог ди Савойя ди Аоста, попавший в плен к англичанам в Африке и умерший в тюрьме. Третьим был некий генерал СС, на котором пророчество тоже сбылось. Четвертый потенциальный владелец, британский генерал новозеландского происхождения, не пожелал испытывать судьбу и поселился не в замке, а в палатке, разбитой в парке. В результате остался цел.

Еще эпизод из истории Триеста: это был самый крайний западный пункт, до которого докатилось в XIII веке монголо-татарское нашествие. Здесь монголы вышли к Адриатике и, немного постояв, повернули, по словам Пушкина, «к своим пустыням».

Триест стоит на перекрестке трех европейских культур: славянской (значительная часть населения здесь словены, особенно в окружающих Триест деревнях), германской (почти все туристы здесь из Австрии или Германии, а все официанты говорят по-немецки) и итальянской. Чуть западнее Триеста на берегу моря находится деревушка Дуино с красивым старинным замком, принадлежащим аристократическому роду Турн унд Таксис. В этом замке был частым гостем великий австрийский поэт, друг Марины Цветаевой Райнер Мария Рильке, написавший там «Дуинские элегии». Нынешний род объединил в себе потомков герцогов де Линь (австрийцев, не французов!), пруссаков Турн унд Таксис, греческих королей и одного из братьев Наполеона. Неважно, что предки этих родов смертельно враждовали между собой и сходились на полях сражений. Теперь на стенах залов висят картины, изображающие эпизоды из жизни Наполеона. Та же идея монархии — на картинах из дворца Мирамаре. Все тут: Цезарь Борджиа, Фридрих Великий (большой друг Австрии, семь лет с ней воевал!), наша Екатерина, даже какой-то бразильский император Педро.

Впервые мы приехали в Триест в 1993 году, будучи еще совершенно нищими. Я только что получил постоянную работу в Оксфорде, который вообще щедростью к научным сотрудникам никогда не отличался, жена в то время не работала. Хватало только на пиццу и вино, которое здесь дешевле воды. С тех пор много его утекло… Скажу только, что с 1993 года я приезжал в Триест по крайней мере раз, а то и два раза в год в самое разное

время — там всегда хорошо.

Самое яркое впечатление оставил июнь 2003-го, когда нам удалось снять этаж на вилле, расположенной высоко на холме. Оттуда был потрясающий вид на море и на маяк, который был несколько ниже и совсем рядом. Из города к вилле вела узкая дорога, переходившая в уже совершенно козью тропу, на которой две машины никак не могли разъехаться (на такой случай вдоль дороги имелись углубления, куда можно было забиться, чтобы переждать встречный транспорт). Я арендовал Nissan Micra, не представляю, что бы я делал там на другой машине, хотя, надо сказать, все наши соседи ездили на американского стиля «бегемотах». Наша вилла была последней в ряду таких же домов, и на парковку я спускался в какую-то яму, где приходилось совершать 14(!) микроповоротов, чтобы поставить машину. Сразу за домом начинался лес, где бродили олени. Я блаженствовал, мне все это казалось страшно романтичным. Жена сердилась. Хозяин виллы — итальянец, ушедший в шестьдесят лет на пенсию инженер-кораблестроитель, проводил дни за ловлей рыбы с яхты и охотясь на кабанов со своим корешем-англичанином, преподавателем английской школы в предместье Триеста, Систиане (там когда-то учил детей английскому Джойс). В гостиной стояла чиппендейловская мебель, на стенах висели вполне приличные картины. Первый этаж занимала дочь хозяина со своим мужем-врачом. Он был палестинец, и я немножко побаивался потенциальных недоразумений. Однако семья оказалась благожелательной. Однажды мне довелось заглянуть к ним за каким-то делом, я увидел на полках собрание Тита Ливия, итальянский перевод Моммзена и преисполнился уважения.

Я поднимался рано утром, завтракал салатом из рукколы, ветчиной или сыром, ел замечательный с поджаристой корочкой итальянский хлеб («Ты сломаешь себе зубы!»). После завтрака вез жену на пляж, купался и шел в институт. И пляж, и институт находились очень близко друг от друга, и частенько я додумывал свои уравнения, лежа в воде и созерцая загорающих итальянок. Как я уже говорил, созерцание женской красоты совершенно не мешает, а, напротив, способствует научному процессу, чему свидетелями являются такие гиганты, как Шредингер, Фейнман и Ландау. Первый, как известно, написал основное уравнение квантовой механики, глядя на обнаженное тело своей молоденькой любовницы, второй занимался физикой в топлессбарах. Про третьего и говорить нечего.

Несколько анекдотов из жизни. Лет десять назад мой

приятель-физик, российский гражданин, гостивший в Триесте по приглашению своего коллеги итальянца, оставил в телефонной будке бумажник, в котором, вдобавок к деньгам и кредитным картам, был еще и паспорт. Горе его несколько утихло после того, как, позвонив в полицию (квестуру), он узнал, что какой-то сострадательный человек принес туда бумажник со всем содержимым. Радость, однако, оказалась преждевременной, так как в квестуре ему заявили, что так как его паспорт был выдан в Москве, то ему и надо вернуться в Москву, а оттуда посылать запрос на предмет его получения. Дело спас друг Микеле (детина высоченного роста, представлявший несколько грустный тип итальянца, какие попадаются среди интеллигенции). Микеле, придя с Сашей в квестуру, обратился к полицейскому: «Ты с Юга?» «Да». — «И я с Юга. Как же ты живешь среди этих фашистов?» Полицейский расплакался, разговор перешел на тяжести жизни среди фашистов, и за разговором паспорт как-то незаметно вернулся в руки владельца.

Кстати о полиции: количество ее разновидностей в Италии почти равно количеству сортов сыра. Есть Polizia Munizipale (городская), Polizia Stradale (не страдающая, а дорожная), Polizia Finanza (финансовая, но у нее тоже свои машины, катера и т. д.), Polizia Penitenziaria (тюремная, из названия так и выпирает небритый и худой «кающийся» — penitent — узник, в моем воображении немного подшафе) и самые крутые — Carabineri (карабинеры). Не то чтобы другие не вооружены, но у карабинеров есть что-то, должно быть, особенное. Все это, как и все военное в Италии, сильно отдает опереттой.

Однажды жена одного из моих коллег поехала из Рима в Триест на поезде. Поезд шел всю ночь, она спала, а утром обнаружила, что кошелек ее пропал. Глаза соседей-пассажиров недвусмысленно указывали на некоего «лаццароне», к которому она, будучи крутой американкой, сразу и обратилась со словами: «Я позову карабинеров!» «Синьора, зачем же карабинеров? Давайте поладим миром, я отдам вам половину ваших денег, и мы будем считать это дело законченным!»

Но хватит праздных разговоров, читатель! Пора поговорить о вечном. Если ты успел поучиться в советской школе, ты помнишь, что основной вопрос философии есть вопрос о том, что важнее — материя или дух. Следом за этим шли вопросы о всякого рода противоречиях (между городом и деревней, умственным и физическим трудом и прочим в том же роде). Так вот, читатель, в Италии дух и материя совершенно слились, а все указанные противоречия разрешены. Процессы, которые принято считать

материальными, как то: вкушение пищи, питие вина, даже хождение по магазинам, приобретают здесь совершенно духовный характер. Здесь все дышит жизнью — красота женщин и детей, лазурное море, трактиры и харчевни, этикетки на винных бутылках (о содержимом я не говорю, это чистый дух — spirito). К прозрению этих истин я шел несколько лет, но озарение снизошло на меня одним вечером в Систиане. Накрапывал мелкий дождик, и мы с женой ехали на машине по приморской дороге, приглядывая место, где бы пообедать. Один придорожный трактир показался нам особенно живописным: двор был увит виноградными лозами, свечи на столах как-то особенно уютно горели, мы причалили и сели за столик. И вот за соседним столом старичок-тамплиер воскликнул: «Due litri!» («Два литра!») — и, получив от официантки соответствующей длины хрустальную кружку (!), отхлебнул и удовлетворенно произнес: «Va bene!»

Я все понял. Мир почти не изменился — вода осталась водой, горы горами, трава травой. Лишь ноги мои на сантиметр оторвались от италийской земли. С тех пор так и хожу.

Японские истории

Среди моих друзей есть человек (назовем его XY), для которого Страна восходящего солнца является чем-то вроде курорта. Человек этот русский, со способностями на грани гениальности и, как свойственно некоторым из гениев, немножко чудак. Живет он в Париже, имеет чудесную жену и красавицу-дочь. Францию недолюбливает, однажды так мне и сказал: «Вот только тем и спасаюсь, что читаю про себя „День Бородинской годовщины“». Зато Япония для него почти как дом родной. Общается он там с совершенно зубодробительными математиками, по виду похожими на мыслящий тростник.

Вообще для математиков в японской культуре есть что-то притягательное. Коллега XY по Ленинградскому отделению института имени Стеклова (ЛОМИ), другой гениальный математик (назовем его XY-штрих), человек невероятно скромный и застенчивый, что среди математиков вещь нередкая, приехав из Франции в Киото, познакомился с библиотекаршей Института передовых исследований, которая и стала его женой. И вот другой математик разводится с женой, едет в Киото, идет в ту же самую библиотеку и начинает ухаживать за библиотекаршами. Они, однако, вместо того, чтобы выходить за него замуж, бегут к начальству и начинают жаловаться.

Чем занимаются эти люди и в чем их гениальность? Читатель, тебе стоит узнать об этом, иначе ты подумаешь, что я так запросто раздаю титулы для того, чтобы самому казаться покрасивее: вот, мол, общается с гениями, наверно, и сам такой же. Вспомни, читатель, нашу медитацию об атомах.

Медитация. Куда идет физика. Теория сильных взаимодействий

Вспомни: начиная с каких-то пределов, модель элементарных частиц как своего рода отдельных точечных объектов начинает отказывать. Технически это происходит потому, что внутри атомного ядра взаимодействие между частицами является настолько сильным, что описание их как индивидуальных объектов становится непригодным даже в качестве какого-то исходного приближения. Про два электрически заряженных шарика еще можно сказать, что это два тела, взаимодействующих по закону Кулона, гласящего, что сила между ними направлена по линии, соединяющей их центры и обратно пропорциональной квадрату расстояния между центрами шаров (смотри учебник физики), и как бы позабыть про весь остальной мир. В физике мы в таком случае говорим, что имеем дело с проблемой двух тел. Это идеализация, но она работает в мире наших масштабов (метров и сантиметров) очень хорошо. А про два кварка внутри мезона ничего подобного не скажешь, так как сила между ними сама состоит из каких-то частиц (глюонов), а эти частицы опять из чего-то еще, и, таким образом, задача о взаимодействии никогда не является задачей нескольких тел (для упомянутых выше шариков — двух), а есть задача бесконечного количества тел. Задачи двух тел люди решать умеют, и в классической механике, и в квантовой, а вот с задачами бесконечного числа взаимодействующих друг с другом тел дело обстоит сложнее.

Можно было подумать, что тут сделать вообще ничего нельзя, но на самом деле это не так. Почин в деле таких решений был положен великим немецким физиком Гансом Бете, который в 1931 году нашел точное решение модели, описывающей цепочку из произвольного числа магнитных моментов (спинов) — так называемой модели Гейзенберга. Оказалось возможным решить многочастичное уравнение Шредингера просто, что называется, в лоб. Решение было очень элегантным, но Бете оно показалось просто забавным пустяком. В конце жизни он даже не мог

вспомнить, что у него была такая статья. До 1960-х годов про это решение тоже никто не вспоминал, но потом помаленьку начали находить другие точно решаемые модели, и область этих исследований начала расти. Два других замечательных физика — Чен-Нинг Янг и Родни Бакстер поняли, какими свойствами должны обладать математические модели, чтобы точное решение было возможным. Не буду углубляться в подробности, скажу лишь, что эти теории получили общее название интегрируемых. Число интегрируемых моделей росло, и среди них оказалось немало таких, что описывают вполне реальные системы (тут мы снова сталкиваемся с избыточностью математики — чтобы понять «нужные» модели, надо изучать все!). Например, модели Кондо и Андерсона, описывающие влияние магнитных примесей на свойства металлов, которые я решал с Павлом Вигманом, являются примерами «нужных» моделей, но мы бы их не решили, если бы другие до нас не «занимались никому не нужной ерундой», а именно решали бы модели более абстрактные.

В ходе таких занятий мы все чаще и чаще открываем связи между областями реальности, казалось бы, совершенно удаленными. Такие открытия, оставаясь по большей части неведомыми широкой публике, движут науку вперед намного дальше, чем многие ее материальные достижения. Если читатель помнит, для меня лично физика началась с истории о превращении движения пули в таяние льда (переход кинетической энергии в тепловую). Таких превращений внешне несхожих сущностей в природе огромное количество, и они всегда поражали воображение людей. Сказки полны историй о том, как, «ударившись оземь», тот или иной иванушка-дурачок «обернулся добрым молодцем», волки или лисы превращаются в людей и обратно («в норе под его амбаром жил лис; это был почтенный старец»). Нас это до сих пор манит своей необычностью, но как поражен был бы автор поэмы «Метаморфозы» Овидий, увидав, что нажатием кнопки дистанционного управления мы вызываем на экран телевизора какого-нибудь говорящего и кривляющегося идиота.

Вся теория сильных взаимодействий немыслима без такого рода превращений, хотя носят они более деликатный характер. В науке они называются дуальностями. Две теории называются дуальными, если,

будучи сформулированы совершенно различным образом, они описывают одну и ту же наблюдаемую реальность. Напомню, что квантовая физика занимается *только и исключительно* наблюдаемыми вещами, хотя и описывает их в терминах ненаблюдаемых сущностей, о чем я уже говорил в медитации «Есть?». Мир наблюдаемых *вещей* объясняется миром мыслимых *не-вещей* (не назовешь же вещью то, что существует лишь до определенной степени и может одновременно проходить через несколько дверей). Хотя мы и говорим о кварках, глюонах, мюонах, электронах и т. д. как о чем-то, имеющем такой же материальный статус, как столы или стулья, это лишь жаргон. Когда речь заходит о том, как с этими сущностями обращаться, ученые переходят на язык математики, где все эти объекты утрачивают свою твердокаменную реальность, данную им нашим языком, и возникают лишь как промежуточные этапы вычислений. Вычисления же эти всегда в конечном итоге призваны ответить на вопрос типа «А что я увижу, услышу, почую, если сделаю то-то, то-то и то-то». Будучи лишь промежуточной стадией, вычисления могут идти разными путями. Можно, например, описывать атомное ядро как «состоящее» из протонов и нейтронов, а можно как «состоящее» из пионного поля. В последнем описании протоны и нейтроны возникнут подобно тем фигурам, которые создавал на своей поверхности умный океан в «Солярисе», как солитоны (одиночные волны типа цунами) пионного поля, как это и происходит в модели Скирме. И то и другое описание законно, если оно правильно предсказывает то, что мы увидим в эксперименте. Сказанное не означает, отнюдь не означает, что мир математики произволен. Он просто другой, не такой, как мир вещей.

Можно сказать, что поиск дуальности есть поиск адекватного языка для описания той или иной модели. Выраженная в одних терминах, теория может выглядеть сложно и запутанно, а выраженная иначе, становится простой и понятной. И тогда модель, казавшаяся неразрешимо сложной, в новой формулировке окажется точно решаемой или даже слабо взаимодействующей. А тут уж мы ее решим, никуда она, милая, не денется. Поиск таких дуальностей был и остается одним из путей, которым двигалась в последние годы теория сильных взаимодействий. Именно в последние годы, потому что

долгое время проблемы физики частиц надеялись решить каким-то более привычным путем. И все это время перечисленные мною выше великие люди, составляя как бы особый орден внутри теоретической физики, занимались теорией интегрируемых систем, доведя ее до невероятного совершенства и красоты и оставаясь, в общем-то, как бы на «обочине прогресса». Воистину, путь красоты в этом мире тернист, и, несмотря на все успехи теории интегрируемых систем и все полученные ею замечательные результаты, большинство физиков долгое время относилось к ней так же, как сам Ганс Бете, то есть как к экзотике. И в самом деле, среди моделей математической физики интегрируемые теории находятся в меньшинстве. Являются ли их решения чем-то представительным или описывают какие-то патологические ситуации, редко встречающиеся в природе? И вот почему-то совсем недавно вспомнили, что в классической механике существует теорема Колмогорова-Арнольда-Мозера (КАМ), о которой я уже упоминал в медитации «О числах». Теорема эта гласит, что траектории движения большинства не-интегрируемых систем проводят большую часть своего времени вблизи траекторий своих интегрируемых «соседей». Поясню на примере. Каждый студент-физик может решить задачу о движении Земли вокруг Солнца. Это классический пример интегрируемой проблемы. Результат известен: Земля и Солнце вращаются вокруг общего центра масс по эллиптическим, на самом деле почти круговым, орбитам, что и согласуется с данными астрономии. Решают студенты эту задачу, идеализируя ситуацию, то есть пренебрегая тем, что, кроме Солнца и Земли, есть еще другие планеты. Строго говоря, их присутствие делает проблему неинтегрируемой. Разумеется, можно сказать, что другие планеты далеко и на орбиту Земли их влияние будет слабым. Но и слабое влияние может привести к каким-то нежелательным эффектам типа хаотизации орбиты, что имело бы для нашей жизни весьма неприятные последствия. Этого не происходит: орбита Земли, хотя и возмущается присутствием других планет, остается идеально периодической в согласии с КАМ-теоремой.

Теперь, когда научный статус интегрируемых систем возрос и на них стали обращать больше внимания, как из рога изобилия посыпались всякие чудеса. Например,

выяснилось, что какие-то свойства интегрируемых моделей, описывающих системы многих тел, можно извлечь, решая всего лишь одно дифференциальное уравнение, конкретная форма которого зависит от формы взаимодействий и содержит, в качестве параметров, такие характеристики системы, как температура и магнитное поле. Вот так: с одной стороны, много, скажем, миллион или триллион взаимодействующих частиц; их динамика описывается уравнением в частных производных (уравнением Шредингера), число переменных в котором равно числу частиц, помноженному на размерность пространства, а с другой стороны, обычное дифференциальное уравнение, с одной переменной. И оказывается, что из его решения можно извлечь всю информацию о термодинамике этого огромного взаимодействующего роя. Как такое возможно? Пока не знаем, то есть факт дуальности установлен, а смысл его — еще нет. Или вот такой пример: дуальность квантовой и классической механики. Казалось бы, столько говорили о том, что квантовая механика намного шире классической, какая между ними может быть дуальность? Оказывается, может, и очень неожиданная. А именно: временная зависимость нулей волновой функции, описывающей систему взаимодействующих частиц, подчиняется уравнениям классической механики. Этим квантово-механическое описание с его неопределенностями отнюдь не отменяется. Однако оказывается, что сам объект, описывающий эти неопределенности (волновая функция, она подчиняется детерминистскому уравнению Шредингера), может быть описан в классических терминах. Разве не чудеса? Или еще пример дуальности, так называемой AdS/CFT. Оказывается, что свойства некоторых квантовых систем в D-измерениях можно описать, изучая классические системы находящихся в искривленном пространстве $(D+1)$ измерений. А Владимир Ильич еще говорил нам, что с помощью пятого измерения ребеночка не родишь! Кто бы мог подумать, что теория гравитации может понадобиться, чтобы объяснять свойства металлов при низких температурах? Ну кто? Правда, не все этой новости рады. Глава нашего департмента, известный физик-экспериментатор, услышав про AdS/CFT, печально вздохнул: «Ну вот, придется учить теорию черных дыр…»

> Мое глубокое убеждение состоит в том, что будущее физики неразрывно связано с этим движением вглубь, с установлением связей между различными ее областями. Эта связь отражает глубинное единство мироздания, которое нельзя понять по кусочкам, а можно осмыслить только как целое.

Признаюсь, я люблю истории, находящиеся на грани абсурда. Парочка таких историй произошла со мной во время моей, пока единственной, поездки в Японию. Это было, кажется, в 1997 году. Я приехал в Японию на целых сорок дней по приглашению Японского физического общества с целью посещения нескольких университетов. Моей базой был Токио, где меня поселили в университетском отеле на территории кампуса.

В первый же день я открыл какой-то журнальчик, лежавший на столике в лобби, и наткнулся на объявление следующего содержания: «Молодые выпускники западных высших учебных заведений, обладающие законными визами, могут рассчитывать на интерес рафинированных японских женщин» («Young Western college graduates with legal visas are eligible for interest of refined Japanese women»). Объявление это меня позабавило, и я отправился на работу в хорошем расположении духа. Там я встретил бывшего аспиранта моего приятеля (назовем его Л. И.), профессора одного из американских университетов. Дэвид, так звали аспиранта, приехал в Токио в качестве постдока, что является первой позицией после защиты диссертации. Несмотря на все свои старания, он не смог найти работу по специальности в Америке и ему пришлось брать то, что предлагали, то есть Токио. Додик был ужасно расстроен и спросил меня, не знаю ли я, где в Токио находится синагога. Я сказал, что не знаю, но можно посмотреть в телефонной книге, и в качестве альтернативы предложил ему обратить внимание на вышеупомянутое объявление в журнале. Это, по-видимому, не произвело на него должного впечатления, так как его злость и озабоченность продолжали расти.

На следующий день, подойдя к принтеру, обслуживающему весь наш отдел, я наткнулся на распечатку письма, адресат которого привлек мое внимание. Читатель, поверь, я не охотник до чужих писем, но тут бес особенно сильно толкнул меня под ребро, и я прочел несколько строк. Передо мной был донос.

Письмо было адресовано сенатору штата Нью-Джерси и содержало жалобу ученика на своего учителя, который учил плохо, и потому способный ученик не смог получить работу на родине, где, как говорилось в письме, «все места заняли русские и

грузины» (!) Как благородный человек, ученик признавался, что его бабушка и дедушка тоже приехали в Америку из России, но тогда «не было проблем с получением работы в области физики».

Скажу напоследок, что Л. И. пережил немало волнений из-за этого письма. Спасло его то, что в лучших советских традициях офис сенатора спустил это письмо в университет, «чтобы те разобрались», университет же спустил его дальше, на факультет физики, а там уже были более-менее свои люди.

Вот еще одна забавная история. Однажды утром, выйдя из отеля на улицу прогуляться, я заметил человека, чье лицо показалось мне знакомым. Это оказался писатель и автор программ радио «Свобода» Александр Генис, приехавший в Токио на конференцию «Камо грядеши, Россия» (надеюсь, читатель, элемент абсурда от тебя не ускользнул). Я сказал, что мы с женой в Оксфорде не пропускаем ни одной его передачи. Ему это, видимо, запомнилось. Вечером, когда я сидел в лобби отеля и смотрел по телевизору, не понимая ни слова, соревнования борцов сумо, в двери ввалилась веселая компания из двух дам, Александра Гениса и писателя Фазиля Искандера. Указав на меня, Генис сказал: «Вот тоже русский человек, профессор Оксфорда». Великий писатель заключил меня в свои медвежьи объятия и произнес историческую фразу: «Ну, русские люди талантливы; все остальное, правда, отсутствует». Наше знакомство не имело продолжения, но через пятнадцать лет я столкнулся с Александром Генисом опять, на этот раз в метро в Лондоне. Он спросил меня, где я и что со мной, и, услышав, что я работаю в Брукхэйвене, похвалил подосиновики в нашем лесу. Недаром человек написал книгу «Русская кухня в изгнании»! Самое интересное в этой встрече, пожалуй, то, что произошла она как раз тогда, когда я заканчивал книгу и описанная выше история была у меня в мыслях. Мне кажется, что этот случай — один из примеров явления, которое Карл Густав Юнг называл синхроничностью, когда мысли как бы притягивают события. Для явления этого в современной научной системе мышления не нашлось еще места.

Глава 14
Соавторы и ученики

Моя академическая карьера занимает уже более трех десятков лет, и на ее протяжении я сотрудничал с очень многими. Однако соавторами могу назвать не всех, а лишь людей, оказавших на меня не меньшее влияние, чем мои друзья. Хотя это люди в своем роде замечательные, я не буду давать их подробные портреты, а ограничусь зарисовкой лишь тех черт их характера, которые для меня наиболее важны.

Михаил Фейгельман

Миша был одним из первых моих соавторов. Без преувеличения скажу, что если б я был настоящим живописцем, а не жалким карикатуристом-любителем, я бы рисовая Мишу, не переставая. Живописнее его человека трудно сыскать даже сейчас, когда цвет его буйной шевелюры из огненно-рыжего превратился в серебристо-серый. В облике и характере Миши соединены черты библейского пророка, красного комиссара и средневекового чародея (кстати, подобно рабби Бен-Бецалелю, известному также под именем Магарала Пражского, Миша сотворил-таки Голема, но это уже — тс-с! — только для посвященных…). С Мишей я написал первые свои самостоятельные статьи. В 1979-м моя диссертация была уже готова, до защиты было еще долго, делать было нечего, и мы принялись развлекаться вместе. Хорошее было время!

Павел Вигман

С Павлом, который всего лишь на год старше меня, я сделал самые лучшие свои работы. Это было в начале 1980-х годов. Мы решили ряд сложных моделей, описывающих влияние магнитных примесей на свойства металлов. В силу универсальности физики, о которой я неоднократно здесь говорил, результаты оказались применимы далеко за пределами тех проблем, которые эти модели были призваны описать. На нашу обзорную статью, где суммировались результаты и понимание проблемы, опубликованную в 1983 году, ссылаются до сих пор. Самым поучительным для меня в тогдашнем подходе Павла к физике было то, что он настаивал: мы не должны ограничиваться рассмотрением наших моделей только в физической области параметров, необходимо смотреть на всю картину в целом, так сказать, заглядывать во все углы. Философски такой подход вытекает из избыточности математики, о которой я уже не раз упоминал, и, как показал мой последующий опыт, он является наиболее плодотворным. В математике, а значит, и в математической физике нет ничего лишнего. Самые дикие абстракции самым неожиданным образом обнаруживают свою конкретность и полезность. Критерий один — красота. Пусть любопытство следует за эстетическим чутьем, и все, что будет таким образом найдено, пригодится.

Шура Нерсесян

Моего дорогого друга Шуру (он старше меня на десять лет) я встретил в начале 1980-х годов. Шура наезжал к нам в Черноголовку из Тбилиси, где он был сотрудником в Институте физики Грузинской академии наук. Как-то так получилось, что в России мы почти не сотрудничали; наш роман начался позже, когда мы встретились в 1994-м в Триесте. Нашлась физическая проблема, заинтересовавшая нас обоих, я был очарован Шуриным подходом к ней, добавил что-то свое — и дело пошло. Через несколько месяцев я приехал к нему в Гетеборг, где Шура тогда трудился в местном университете. И мы закончили нашу первую статью, за которой последовали и другие.

Шура — замечательный джазовый пианист, и его талант физика является зеркальным отражением его музыкального таланта. Шура чем-то напоминает мне Булата Окуджаву. Оба они — люди с Востока, точнее, с Кавказа, глубочайшим образом впитавшие русскую культуру. Как и Окуджава, Шура — поэт, только пишет он на языке формул. Есть в его облике какое-то особенное благородство, сразу выделяющее его среди толпы. Я помню, как в Триесте хозяйка ресторана «Князь Меттерних», весьма бывалая дама, подъезжавшая к ресторану на бежевом открытом «мерседесе», из всей нашей компании, в которой попадались и нобелевские лауреаты, всегда обращалась только к Шуре. И он неизменно находил правильные итальянские слова.

Шура долго работал в Международном центре теоретической физики в Триесте. Сначала он бывал там наездами, потом несколько лет жил постоянно. Однажды Шура потерялся, что породило историю, достойную итальянского кино периода неореализма. Дело было перед его очередным отъездом в Грузию, и ему нужно было сдавать квартиру. Мы все договорились хорошо отметить Шурин отъезд, но на проводы Шура не явился. Тревожиться мы начали на следующий день, когда Шура не объявился тоже, что было совсем не в его правилах, так как до этого, если он и пропускал встречу, то по-восточному потом дня два или три извинялся. Когда я поделился своим недоумением с моим другом Пирсом Коулмэном (про него ниже), тот, не задумываясь, ответил: «Вызывай полицию». Я не стал делать этого сам, а пошел к нашему другу и начальнику отдела, где работал Шура. Начальником тогда был совершенно замечательный человек, китайский физик Ю Лу. Ю Лу окончил аспирантуру в СССР у Моисея Исааковича (Мусика) Каганова и в период «культурной революции» был сослан на трудовое перевоспитание

в деревню, где и провел около десяти лет. Извлек его оттуда первый директор Международного центра нобелевский лауреат Абдус Салам, сумевший, как представитель «третьего мира» (он был пакистанцем по национальности), договориться с китайскими коммунистами. Так Ю Лу появился в Триесте, где он провел около двадцати лет, командуя отделом физики твердого тела. Видавший виды Ю Лу не на шутку обеспокоился, мы стали звонить Шуре на квартиру, телефон не отвечал. Тогда мы (я, Ю Лу, Пирс, друг Шуры Микеле Фабрицио и еще несколько человек) поехали к Шуре домой, где и удостоверились, что окна открыты, а на стук никто не отвечает. Опрос соседей установил, что накануне у Шуры играла громкая музыка, а потом все затихло… Нас стали мучить нехорошие предчувствия. Звонки в госпитали с запросами, не доставлялась ли к ним «персона эстранджера», не дали результатов. В нашем воображении сложилась мрачная картина бездыханного Шуры на диване в пустой, запертой изнутри квартире. Вызвали полицию. Та, чтобы проникнуть в дом, вызвала пожарных. Узкая городская улица заполнилась пожарными и полицейскими машинами, толпой зевак, возбужденными соседями, переговаривающимися по-русски и по-английски физиками. Воздвиглась пожарная лестница, по которой на второй этаж полезли пожарные. Вот они уже внутри, мы с трепетом ждем, когда откроется входная дверь… За всем этим мы как-то не заметили, как среди толпы появился Шура, на вопрос которого, что здесь происходит, сосед его ответил, что «тебя, дорогой, ищут твои друзья». Оказалось, Шура просто устал, убирая квартиру, и, пренебрегши правилами восточной вежливости, решил побыть один. Остаток вечера мы провели, откупоривая бутылки.

Пирс Коулмэн

С Пирсом я познакомился еще в России во время достопамятной тбилисской конференции 1988 года. Знакомство это возобновилось практически сразу после нашего переезда в Америку. Отец Пирса — англичанин, мать — наполовину индуска. Пирс родился в Англии, закончил Кембридж, был аспирантом у Фила Андерсона и перебрался вместе с ним в начале 1980-х в Америку. Когда мы познакомились, он был англичанином, а теперь, пожалуй, стал американцем. Америка, как известно, большой плавильный котел. И Пирс, и Преми — люди очень эмоциональные (южная кровь!), а Пирс еще и огромный энтузиаст. Его увлеченность самыми экзотическими идеями всегда меня очень подстегивала. Но к сложной математике Пирс всегда относился настороженно. Боялся, что народ нас не поймет. Я очень благодарен Пирсу и Преми за то, что с ними можно было поговорить и поспорить на разные темы так, что разница во мнениях не приводила к обострению отношений, а это здесь встречается сплошь и рядом. Спасибо им и за ту поддержку, которую они оказали мне в трудные минуты жизни.

Фабиан Эсслер

Фабиан моложе меня лет на пятнадцать. Теперь он профессор в Оксфорде. Он родился в Германии, учился в Америке в университете Стони Брук, где также окончил аспирантуру у моего приятеля Володи Корепина. Фабиан воплощает в себе лучшие качества германского народа, и, глядя на него, я понимаю, почему с этим народом лучше не встречаться на поле боя. Природный ум и широкая образованность сочетаются в нем с умением доводить дело до конца. Признаюсь, этого мне, как и многим русским, не хватает. С Фабианом можно говорить абсолютно обо всем, обсуждать, пожалуй, даже более широкий круг тем, чем с Пирсом и Преми. Порой наши споры достигали большого накала, но его глубокая, истинно европейская культура всегда помогала нам не переступать того рубежа, за которым начинаются взаимные обиды. Отношение Фабиана к физике такое же, как у меня. Он ценит красоту и любит математику.

Как и очень многие культурные немцы, Фабиан следует традициям Гете, Шиллера (своего любимого поэта), Шеллинга и обожает классическую культуру. Помню, во время посещения Пергамского музея в Берлине он с какой-то пронзительной грустью воскликнул, глядя на греческие статуи: «Мы ничто перед ними, наши достижения не выдерживают никакого сравнения!»

Патрик Азария

Хотя с Патриком я сделал вместе не так много, но не упомянуть его невозможно, поскольку колоритностью он может поспорить даже с Фейгельманом. Назвать Патрика французом было бы неправильно, так как он не француз, а парижанин. Даже не просто парижанин, а то, что в Париже называется «бобо», то есть «буржуазная богема».

«Бобо» просыпаются поздно и неохотно, начинают день с сигареты и чашки крепкого кофе. Они убеждены, что капитализм — страшное зло, что с глобализацией надо бороться, для чего организуют в Интернете кампании для борьбы с нею. Я придумал для них лозунг «Антиглобалисты всего мира — объединяйтесь!». Большинство из них живет в районе площади Бастилии, ходит в один или два ресторана, где хозяева их знают. Помню, как в одном из таких ресторанов хозяйка, в знак особого расположения, подала Патрику еду не на тарелке, а прямо в кастрюле. После еды он взял гитару, другую взял знакомый шофер такси, и народ слился с интеллигенцией в чудесном дуэте.

Патрик познакомил меня с песней французских анархистов, которая показалась мне настолько замечательной, что я воспроизвожу ее здесь полностью. Поется на мотив «По долинам и по взгорьям».

Makhnovtchina, Makhnovtchina
Tes drapeaux sont noirs dans le vent
ils sont noirs de notre peine
ils sont rouges de notre sang

Par les monts et par les plaines
dans la neige et dans le vent
à travers toute l'Ukraine
se levaient nos partisans.

Au Printemps les traités de Lénine
Ont livré l'Ukraine aux Allemands
A l'automne la Makhnovtchina
Les avait jeté au vent

L'armée blanche de Denikine
est entrée en Ukraine en chantant
mais bientôt la Makhnovtchina
l'a dispersée dans le vent.

Makhnovtchina, Makhnovtchina
Armée noire de nos partisans
Qui combattait en Ukraine
contre les rouges et les blancs

Makhnovtchina, Makhnovtchina
Armée noire de nos partisans
qui voulait chasser d'Ukraine
à jamais tous les tyrans.

Makhnovtchina…

(Вот примерный смысл первых строк: *Махновщина, махновщина, / знамена вьются по ветру, / черные от нашей боли, / красные от нашей крови…*

По долинам и по взгорьям / в снегу и ветре / поднимались по всей Украине / наши партизаны…)

Если даже у этой песни был оригинальный русский текст, он не сохранился. Я помню, после того как Патрик пропел нам эту песню в ресторане «Три пескаря» в Триесте, хозяин явился к нашему столику, одетый в советскую военную форму, которую он, наверно, и приобрел в ожидании подобного случая.

Нужно ли говорить, что барышни обожают Патрика и что, как следствие, жизнь его очень сложна. Но он спешит себя отдавать!

Гора Шляпников (Железный Нарком)

Гора (Жора) Шляпников тоже живет во Франции, хотя и не в самом Париже, но близко — в Орсе. Он занимает очень крупный пост во французской научной иерархии и пользуется повсеместным уважением. До распада СССР Жора трудился в Институте атомной энергии имени Курчатова, занимаясь всякими «тайными вещами». После распада он, «подобно сотням беглецов», выпорхнул из клетки и долетел до прекрасной Франции.

Есть такой термин — трудоголик, означающий человека, которому труд заменяет спиртное. Жора начинает свой день так же, как Патрик, с той же сигареты (или двух) и крепкого кофе, разве что часика на два пораньше. И отправляется на покой тоже часа в два-три ночи, но не с политической сходки (она же вечеринка с девушками и вином), а из своего рабочего кабинета. Непрерывное курение сделало его таким же изысканно худым, как Патрик, но, в отличие от нежного Патрика, Жора производит впечатление человека из стали. Как писал Н. Тихонов: «Гвозди бы делать из этих людей, крепче б не было в мире гвоздей».

Ученики сыграли в моей жизни роль, пожалуй, не меньшую, чем соавторы. Я всегда смотрел на них отчасти как на своих детей, да они и есть мои дети, мои наследники, те, кто понесут в будущее часть моих знаний и идей. Для ученого иметь школу чрезвычайно важно, и, слава богу, мне удалось создать свою. Держать в себе накопленные знания мучительно, а отдавать их тем, кому это интересно и нужно, — сладостно. У меня было десять аспирантов, за исключением одного, все они были из Оксфорда. Я учил их, а они многому учили меня. Шестеро пошли в науку и пятеро уже профессора, один стал крупным государственным чиновником в Вашингтоне, трое — лондонские банкиры. Со всеми, кроме чиновника, я поддерживаю регулярные отношения, с некоторыми довольно близкие. Все мои студенты — совершенно замечательные и по-своему оригинальные люди. Общение с ними, так же как и с моим сыном, согревало и продолжает согревать мое сердце и вселяет уверенность, что талант, культура и умение думать самостоятельно не отошли еще полностью в прошлое.

Первым моим аспирантом был Пол де Са. Родители его происходили из португальской колонии в Индии — с острова Гоа, где, по легенде, закончил свой земной путь апостол Фома; сам же он родился в Англии и закончил Кембридж. Дядья Пола,

оставшиеся на Гоа, были иезуитскими священниками, от которых Пол, я думаю, кое-чему научился, что позже пригодилось ему в Вашингтоне. Пол был очень умным и, можно сказать, блестящим парнем. Типичный представитель латинской расы, с виду очень открытый и компанейский, а на самом деле весьма и весьма непростой. Защитив диссертацию по теоретической физике он, на мое удивление, получил стипендию от Гарвардской школы Правительства, которую он впоследствии и окончил. По окончании ее он исчез, и нашел я его в Интернете совсем недавно, уже в больших чинах.

За Полом последовал Дэвид Шелтон, с которым я в соавторстве с Шурой Нерсесяном сделал одну из самых лучших своих работ. Дэвид окончил Оксфорд, типичный англичанин, очень сдержанный. Дед его был математиком, во время войны в секретном Блэчли Парке он расшифровывал знаменитый немецкий код «Энигма». Дэвид стал большим человеком в банке Мэрилл Линч и живет сейчас в одном из лучших районов Лондона под названием Ноттинг Хилл. Недавно мы всей семьей побывали у него в гостях.

На следующий год (я каждый год тогда, в 1990-х, брал новых аспирантов) появились Жан-Себастьян Ко и Эндрю Грин. ЖэйЭс, как он себя называет, — французский канадец, в Оксфорде он был по той же программе, что Билл Клинтон, то есть по программе, учрежденной знаменитым империалистом и завоевателем Зимбабве Сесилем Роудсом для граждан стран Британского Содружества и американцев. Программа была задумана для того, чтобы неотесанная заокеанская деревенщина могла бы приобрести оксфордский лоск. Пожалуй, в смысле успехов в науке, ЖэйЭс пошел (пока) дальше всех. Он автор многих действительно замечательных работ и занимает очень хорошую позицию в университете Амстердама. По характеру он — совершенный галл: каждое письмо кончается тремя восклицательными знаками, а ум у него на самом деле весьма холодный и рациональный. Любопытно, что, пообщавшись со мной, он стал посещать в Оксфорде курсы русского языка, где и встретил свою очаровательную будущую супругу Вивиан — совершенную английскую красавицу, как будто сошедшую с полотен Гейнсборо. После защиты диссертации ЖэйЭс получил чрезвычайно престижную позицию в колледже Всех Душ (я уже упоминал о нем в рассказе об Исайе Берлине). В благодарность за мои труды он пригласил меня туда на обед, вторым его гостем в тот вечер была Вив (член колледжа мог пригласить только двух гостей). Помню этот вечер как сейчас; на том же вечере присутствовал бывший министр финансов в правительстве Джона

Майжора Кэннет Кларк — очень симпатичный и жовиальный карьерист. После десерта мы удалились в курительную с бренди и сигарами, и я попытался заговорить с министром о чем-то серьезном (видимо, перебрал за обедом), из чего совершенно ничего не вышло, так как на соседнем диване ЖэйЭс страстно целовал Вив, что быстро заняло все наше внимание.

В отличие от бурного в проявлениях своих чувств Жан-Себастьяна, ирландец Эндрю, всегда имевший невероятный успех у женщин, бархатно вкрадчив, напоминая этим притаившегося, но готового к прыжку кота. Несмотря на свое незнатное происхождение, Эндрю (как и его банкирши-сестры) сделал себя, что называется, сам. После обычной школы он поступил ни много ни мало в Тринити Колледж, потом в аспирантуру в Оксфорд, после защиты получил младшую позицию опять в том же Тринити, а после — постдока в Принстоне… Не так плохо. Недаром сейчас Эндрю — полный профессор в Юниверсити Колледже в Лондоне. Помню, как он извинялся передо мной, когда я приезжал к нему в Кембридж: «Алексей, извини, портвейн 1963 года у нас кончается…» Но одна, одна бутылка все-таки у него осталась… О читатель, пробовал ли ты когда-либо портвейн 1963 года из подвалов Тринити? Насладился ли ты его воистину небесным вкусом? Если нет, то уже поздно, все выпили… Sic transit gloria mundi…

Такого второго человека, как мой следующий аспирант Крис Хули, не видел не только я, но и никто из моих знакомых. Крис как будто явился из сказки «Алиса в стране чудес»: выдвинутые вперед, как у кролика, передние зубы, собранные в хвост волосы, галстук-бабочка, жилет с золотыми часами в кармане и невероятный аппетит, соединенный с полным пренебрежением ко всем предрассудкам современной диетологии. Крис наделен совершенно бесподобным, чисто английским чувством юмора, песенным талантом и талантом игры на рояле. Я помню, его компьютер был настроен так, что в конце каждого письма выдавал лимерик. Крис теперь работает в университете святого Андрея в Шотландии (в том самом, где студентами были принц Эндрю и его недавняя супруга Кейт, занявшая в нынешней прессе место принцессы Дианы). Он невероятно популярен среди студентов и уже имеет и своих аспирантов. Так что я научный дед. Пару лет назад Крис изменил прическу и отпустил усы, и теперь он, ни дать ни взять, английский майор колониальной службы.

Моим аспирантам итальянцу Давиде Контроцци и албанскому греку Эмилиано Папе получить работу в физике не удалось. Теперь они скромные миллионеры, подвизающиеся на

ниве финансов в банках Лондона. Это очень милые ребята, и мы всегда стараемся встретиться, когда я бываю в Лондоне, а там я стараюсь бывать как можно чаще, поскольку в нем проживает наш сын.

За Давиде и Эмилиано последовал Чудесный Джо Бассин, который, безусловно, по крайней мере, в техническом отношении, был моим самым сильным студентом. «Чудесный» не прозвище, а часть имени, данного ему его матерью после длинной череды неудачных родов. Я всегда советовал Джо подписывать статьи полным именем (он сначала стеснялся), так как такое имя наверняка запомнится. Хотя Джо происходит из простой семьи, но ни в обращении его, ни в поведении никогда не было ни малейшего налета вульгарности и цинизма. Он, как и Эндрю Грин, — self made man. Теперь Джо — профессор в Королевском колледже Лондона.

Я горжусь своими ребятами и не скрываю этого. Замечательно то, что те из них, кто остался в науке, совершенно влились в наше научное сообщество. Теперь я встречаю их на конференциях, они абсолютно независимые люди, не нуждающиеся более в моей помощи. Жизнь продолжается.

Глава 15
Снова Америка

В апреле 2001 года я и моя жена Лена перебрались в Америку. Мне предложили работу в Брукхэйвенской национальной лаборатории, расположенной в середине длинного острова (он так и называется — Лонг-Айленд), к востоку от Нью-Йорка.

Дом наш находится совсем близко от океана, наш любимый Нью-Йорк тоже относительно недалеко, если повезет, то на машине до Манхэттена добираешься за 1 час 15 минут. Мы шутим, что живем на «101-м километре» от столицы.

За девять лет моего отсутствия в Америке здешняя физика порядком изменилась. Она, в частности, здорово обрусела. «Русские» (а на Западе так называют всех выходцев из бывшего СССР без различия их этнического происхождения) всюду: в Принстоне, Йеле, Гарварде, Массачусетском технологическом институте, Колумбийском университете, Чикаго, Брукхэйвене, Техасе, Миннеаполисе, Юте, Висконсине, Сиеттле, Сан-Диего. И за пределами Америки — в Париже, в Карлсруэ, в Лондоне, в Кембридже, в Эдинбурге, в Риме, в Триесте, Реховоте, Тель-Авиве…

Назови мне такую обитель,
Я такого угла не видал,
Где бы сеятель твой и хранитель,
Где бы русский мужик не стонал.

(Н. Некрасов)

Отрадно, что за прошедшие двадцать лет выросло молодое поколение «русских» физиков, в которых живут традиции, заложенные Ландау и его сподвижниками. Многие представители этого поколения учились на Западе, хотя бы в аспирантуре. Тут многие учились у нас, стариков, или даже у наших учителей, которые и в восемьдесят лет не теряют бодрости и оптимизма. Так что можно сказать, что школа российской физики, хотя и оторвалась от родимой почвы, но не утратила своего духа. Не следует, впрочем, думать, что «русские» тут учат только «русских». У меня, например, защитилось десять аспирантов, из коих шесть британцев, один французский канадец, один

итальянец, один албанец и один чилиец. Ни одного выходца из России. Повторю с гордостью, что самые удачные из них (пятеро) уже профессора, а самые неудачные (трое) — миллионеры.

Ну хорошо, вы не так бледно выглядите, скажет читатель, а есть ли среди вас гении, новые Ландау? Утверждаю, есть. Я лично знаю троих, и, кажется, есть и четвертый, молоденький. Самому старшему из гениев за шестьдесят, и как ученый он полностью сформировался в Союзе. Внешне он несколько напоминает Моцарта — есть в нем что-то искрометное, легкость, полет. Второму под шестьдесят, и с виду он несколько похож то ли на Карла Маркса, как его изображали на советских портретах, то ли на анархиста Бакунина. Третьему — за сорок, и учился он у «Бакунина». Похож на Жерара Депардье, каким тот был двадцать лет тому назад (его даже раз в аэропорту Кеннеди приняли за Депардье). Но еще больше он похож на главного героя фильма «Господин оформитель» — художника-символиста. Тут уж внутреннее сходство доходит до чрезвычайного. Нраву он не лилейного. А вот молоденький — очень скромный и застенчивый.

Как распознать гения в теоретической физике? Так же, как и в литературе. Теорфизика — та же литература, только говорит она на языке математики. И тот, кто понимает этот язык, получает от настоящих произведений такое же наслаждение, как, скажем, от стихов Пастернака (мне он, кстати, именно как физику нравится; он был в высшей степени наделен тем, что я называю «космическим чувством», такие стихи, как «Давай ронять слова…», я для себя считаю просто программными). А можно и с музыкой ее сравнить, как это и делал когда-то Пифагор («музыка сфер»).

С каждым из упомянутых выше гениев у меня связано какое-нибудь особое воспоминание.

«Моцарт» потряс меня лет двадцать пять назад, когда мы все были еще в Союзе. Помню, на одном из семинаров в институте Ландау он сказал, что теория струн (наиболее современная версия общей теории элементарных частиц) не может быть математически непротиворечиво сформулирована в пространстве-времени. Это означает, добавил он, что время должно появляться каким-то внешним актом (математически путем аналитического продолжения). Я понял это так, что из вечности во время Вселенную выводит какой-то акт сознания. Потрясающе…

«Бакунин» и «Депардье» изумляли меня красотой почти каждой своей работы, но самое большое потрясение пришло несколько лет назад, когда они показали, что систему огромного количества взаимодействующих частиц можно описать ОДНИМ

дифференциальным уравнением.

А «молоденький» восхитил меня недавно. В январе 2012 года мы собрались на конференцию в Аспен, штат Колорадо, приятный такой курортный городок в горах (2400 метров над уровнем моря). И вот подходит ко мне молодой человек и объясняет, каким образом возможно научное знание (это про КАМ-теорему, я уже упоминал о ней в медитации про сильные взаимодействия). Говорят, в физике исчерпаны все проблемы и ничего интересного больше не происходит. И вот на тебе — речь идет просто о первоосновах.

Медитация. Ускорители, бозон Хиггса и эволюция

Брукхэйвенская национальная лаборатория, где я работаю, является колоссальным заведением, расположенным в лесу, полном оленей, диких индеек и гусей, сусликов и, к сожалению, клещей. В лаборатории нашей находятся два огромных синхротрона (их теперь используют как большие — пару сотен метров в диаметре — рентгеновские аппараты для установления структуры разных сложных объектов типа биологических молекул) и колоссальный ускоритель элементарных частиц — релятивистский столкновитель тяжелых ионов (Relativistic Heavy Ion Collider — RHIC). С осознанием того, что обсуждалось нами в медитации про атомы, предназначение ускорителей несколько изменилось. RHIC нацелен главным образом на создание и изучение новых состояний вещества, возникающих при тех плотностях, которые существуют внутри атомных ядер. В огромном и откачанном до высокого вакуума его кольце разгоняют до скорости, близкой к скорости света, ионы тяжелых элементов и сталкивают их. При столкновении на краткий миг атомные ядра буквально входят друг в друга, протоны и нейтроны сливаются и образуется то, что называют кварк-глюонной плазмой. Плазма эта может быть разряженной или (в зависимости от энергии столкновения) более плотной. В последнем случае получается что-то вроде металла, где кварки играют роль электронов, а взаимодействие переносится не электромагнитными силами, как в металле, а глюонами (поле Янга-Миллса). Такой металл и похож и непохож на металлы, к которым мы привыкли, и изучать его страшно интересно. Даже я, не являясь ядерным физиком, приложил к этому руку, чем и горжусь. Разумеется, в ускорителе кварк-глюонная плазма существует только на краткий миг столкновения. Но, полагают, есть звезды настолько плотные, что кварк-глюонный металл там стабилен. Там, на звездах, наверное, и работает моя теория.

Пресса сейчас вовсю обсуждает тему бозона Хиггса, на открытие которой нацелен новый сверхмощный ускоритель, построенный под Женевой. Мощности

RHIC'а на это не хватает, однако неоткрытый еще бозон Хиггса уже нашел практическое применение у нас на Лонг-Айленде. Читатель будет удивлен, узнав, что применяет бозон Хиггса (вернее, его идею, но ведь, как мы здесь обсуждали, мир микроскопических частиц ближе к миру идей, чем вещей) коммерческая компания ЛАЙПА, поставляющая в наши дома электроэнергию. Недавно эта компания уложила первый в истории сверхпроводящий кабель, сделанный из высокотемпературных сверхпроводников (я говорил о них в восьмой главе). Сверхпроводимость есть состояние вещества, характеризуемое двумя замечательными, неотделимыми друг от друга свойствами: (а) ток течет через сверхпроводник абсолютно без потерь и (б) магнитное поле не проникает в глубь сверхпроводника. Компанию ЛАЙПА интересует первое свойство, а тех, кто делает сверхбыстрые поезда на магнитной подушке или ищет бозон Хиггса, — второе.

Оказалось (и это еще один пример тех замечательных аналогий между внешне несхожими явлениями природы, которые видны лишь математику), что теория сверхпроводимости и теория слабых ядерных взаимодействий (термин «слабый» является и названием и характеристикой их силы) имеют между собой много общего. Неудивительно поэтому, что механизм возникновения бозона Хиггса был открыт учеными, работавшими в разных областях физики, — Питером Хиггсом (физика частиц) и Филипом Андерсоном (физика конденсированного состояния). Фил так и пишет о себе: «открыл бозон Хиггса». Имея в виду эту аналогию, я буду называть оба необычных состояния Э-СП (электрическая сверхпроводимость) и СЯ-СП (слабая ядерная сверхпроводимость). Первой общей чертой Э- и СЯ-СП является то, что обе они возникают в результате фазового перехода. То есть для того, чтобы металл стал сверхпроводником, надо его охладить, причем, как правило, охладить довольно сильно, до температуры всего лишь на пару десятков градусов выше абсолютного нуля, что является дорогим удовольствием. Начиная с некоторой температуры, электрическое сопротивление материала резко падает до нуля; это и есть фазовый переход в новое, сверхпроводящее, состояние. ЛАЙПА решилась на коммерческое использование сверхпроводимости только после того, как появились

материалы с относительно высокой температурой сверхпроводящего перехода, для достижения которой достаточно охладить кабель не дорогим жидким гелием, а дешевым жидким азотом. Подобным же образом СЯ-СП появилась только тогда, когда вещество Вселенной в ходе ее расширения остыло ниже некоторого порога. Все это, разумеется, произошло задолго до появления не только жизни, но даже и атомных ядер. Все мы, не подозревая об этом, живем внутри огромного сверхпроводника.

Разница между Вселенной и лонг-айлендским кабелем состоит в том, что кабель является идеальным проводником электрического тока, а Вселенная — электрослабого тока, переносимого слабыми ядерными взаимодействиями. Но подобно тому, как сверхпроводник выталкивает из себя магнитное поле, вакуум нашей Вселенной выталкивает из себя поле слабых ядерных сил. Отсутствию проникновения магнитного поля можно дать эквивалентную формулировку, а именно: фотон, частица, переносящая электромагнитное взаимодействие и летящая в вакууме со скоростью света (она и есть свет), в сверхпроводнике приобретает массу. Подобным же образом частицы — переносчики слабых ядерных взаимодействий (W и Z-бозоны) приобретают массу в СЯ-СП-состоянии. В итоге эти взаимодействия становятся короткодействующими. Чтобы двум разделенным друг от друга в пространстве источникам слабых ядерных сил провзаимодействовать, им нужно перебросится массивным W- или Z-бозоном, а энергию для этого занять из вакуума. По соотношению неопределенности занять энергию $E = mc^2$, m — масса бозона, можно лишь на время $t \sim h/mc^2$ (h — постоянная Планка), что означает, что бозон с массой m не пролетит дальше, чем на расстояние $L \sim h/mc$, что для слабых сил составляет 10^{-17} — 10^{-16} метра. Скажем для сравнения: глубина проникновения магнитного поля в сверхпроводник может составлять 10^{-6} метра. В то время как для обычных сверхпроводников у нас есть многочисленные эксперименты, для слабых ядерных сил описанный сценарий все еще является только теорией. Чтобы теория не была просто байкой, созданной для объяснения задним числом уже имеющихся фактов, она должна предсказать какое-то явление, которое впоследствии было бы обнаружено. Вот бозон Хиггса и

является таким побочным продуктом перехода Вселенной в «сверхпроводящее» состояние. Именно поэтому его так активно ищут.

Слабые ядерные взаимодействия, хоть и слабы, играют немалую роль в общей экономии Вселенной. Например, ими движим жизненно важный для атомных и термоядерных реакций процесс распада нейтрона. Время жизни нейтрона вне ядра равно семнадцати минутам, а распадается он на протон, электрон и электронное антинейтрино. Последняя частица (как и все другие виды нейтрино) не имеет электрического заряда и взаимодействует с окружающим миром только посредством слабых сил и гравитации, то есть очень слабо. Поэтому обнаружить нейтрино было тяжело, и нашли его только потому, что хорошенько поискали. А между тем, не знай мы про нейтрино, не построить бы нам теорию электрослабых взаимодействий и не получить бы за нее Стивену Вайн-бергу и Абдусу Саламу Нобелевскую премию. И еще много чего другого интересного мы бы не знали.

История открытия нейтрино поучительна. Нейтрон — тяжелая частица, незаряженный побратим протона, образующий вместе с последним атомные ядра, был открыт Джеймсом Чедвиком в начале 1930-х годов. Как я уже сказал, вне ядра нейтрон нестабилен и распадается. Те продукты распада, которые обнаружили сразу, являются заряженными частицами — протоном и электроном. Нейтрон нейтрален, электрон заряжен отрицательно, протон — положительно, в сумме их заряд равен нулю, все как положено. Зачем что-то еще? И если бы экспериментаторы не вели количественно *точных* измерений, никаких подозрений про «что-то еще» у них бы не появилось. «Не вводите сущности без достаточных оснований», — гласит философский принцип, называемый «бритвой Оккама». Основания для введения новой сущности возникли, когда стало понятно, что сумма импульсов протона и электрона не равна импульсу нейтрона. Недостающий импульс кто-то уносил с собой. Этот кто-то не имел электрического заряда и очень слабо взаимодействовал с остальным миром. Энрико Ферми дал ему имя «нейтрино», то есть «нейтрончик».

Лаборатория наша находится в центре острова, с юга

омываемого Атлантическим океаном. С северной стороны находится большой спокойный залив, отделяющий Лонг-Айленд от штата Коннектикут. Залив этот всего лишь в трех минутах езды от моего дома, и я часто брожу по его берегам.

Приедается все,
Лишь тебе не дано примелькаться.
Дни проходят,
И годы проходят
И тысячи, тысячи лет.
В белой рьяности волн,
Прячась
В белую пряность акаций,
Может, ты-то их,
Море,
И сводишь, и сводишь на нет.

(Б. Пастернак)

Вокруг много живности, главным образом птиц, но также кроликов, енотов, черепах. Природа и пейзаж напоминают мне места на Волге под Самарой, где я вырос. На самой кромке воды чуть ли не самым частым гостем является очень древний обитатель нашей планеты — подковообразный краб. Это жутковатое на вид, хотя и совершенно безобидное существо, достигающее довольно больших размеров (до сорока сантиметров в диаметре). По справкам, этому виду двести пятьдесят, а может, и триста миллионов лет, то есть он на десятки миллионов лет старше самых древних динозавров. Краб этот пережил две страшные планетарные катастрофы: чудовищную засуху пермского периода, когда, по оценкам, погибло восемьдесят процентов живых существ, населяющих землю, и катастрофу конца мелового периода (семьдесят миллионов лет назад), приведшую, в частности, к исчезновению динозавров.

Древнее существо это производит впечатление чего-то не приспособленного к жизни. Будучи перевернуто на спину, оно не может перевернуться обратно. Поэтому берега залива усеяны погибшими или погибающими крабами, беспомощно перебирающими лапками в воздухе. Так что на первый взгляд подковообразный краб — пример плохого инженерного решения, не то что ускоритель или синхротрон. Указывая на него, так и хочется, вослед Мефистофелю, воскликнуть: «Творенье не годится никуда!» Но вот «плохое» это решение служит уже триста миллионов лет. Оно совсем не плохое, так как это примитивное

существо на деле доказало, что приспособлено к жизни лучше, чем миллионы других, которых ему удалось пережить. Поэтому к утверждению о том, что процесс усложнения живого движим лишь соображениями выживания, нужно, по-моему, относиться очень критически.

Как читатель, возможно, заметил, в этой книге я воздерживаюсь от изложения собственных научных теорий. Практически весь обсуждаемый мною естественно-научный материал взят из источников, признаваемых в академической среде бесспорными, в значительной мере даже из учебников. Факты эти давно известны, они лишь не осмыслены по причинам, о которых я предоставляю читателю судить самому. Сейчас я собираюсь нарушить это табу и высказать свое мнение касательно области, в которой я не являюсь специалистом.

Глядя на подковообразного краба или, например, на тараканов, которые тоже представляют собой почти оптимальную с точки зрения выживания конструкцию, думаешь о том, как странно устроена эволюция. Одни существа остаются неизменными на сотни миллионов лет, другие стремительно меняются. Изменения происходят то медленно, то чрезвычайно быстро. Первые микробы возникли практически сразу после того, как Земля остыла, и в течение почти трех миллиардов лет Землю населяли только одноклеточные существа, а потом вдруг, около 580–530 миллионов лет назад, почти разом (за несколько десятков миллионов лет) возникли *все* типы ныне существующих многоклеточных. Не один за другим (сначала моллюски, а потом позвоночные, как нас когда-то учили), а все одновременно. Почему так быстро? Почему все типы возникли сразу, а потом не прибавилось ни одного?

Дарвинисты утверждают, что изменения живых существ (эволюция) имеют *единственным* своим источником случайные мутации. Это утверждение несет в их мировоззрении огромную идеологическую нагрузку. Те особи, в которых мутации приводят к изменениям положительным в смысле выживания, производят больше потомства, и, таким образом, эти изменения закрепляются. Звучит разумно, роль мутаций и отбора я никогда не отрицал. Но вот это «единственно» меня всегда изумляло. Говорят, незачем вводить что-то еще, если теория и так все объясняет. А зачем было вводить в теорию частиц нейтрино, когда хватало вроде бы протона и электрона? И не ввели бы, если бы не было *численных* оценок, так как увидеть нейтрино было чрезвычайно трудно. Как же можно говорить, что теория все объясняет, если нет надежных математических расчетов, обосновывающих возможность *случайной* эволюции за период,

установленный палеонтологией?

Взять, например, наших родственников приматов. Говорят, линия, приведшая в конце концов к нам, отделилась от линии, приведшей к шимпанзе, около семи миллионов лет назад. Наш геном отличается от генома шимпанзе на 1–5 %. Оценки показывают, что за семь миллионов лет в ДНК, ответственных за воспроизведение потомства, должно было произойти около миллиона *выгодных* для жизни мутаций. Итак, нужно уметь показать, что семь миллионов лет достаточно, чтобы случайные мутации изменили 1 % ДНК общего предка шимпанзе и человека. Говорят еще так: зачем все эти вычисления, какая еще сила может действовать в эволюции, кроме сил, известных физике. А их мы все знаем. Но это же, господа, просто догмат. Без надежных вычислений мы не знаем и не узнаем, нужно ли искать такую силу, как не знали о существовании слабых взаимодействий до того, как был посчитан дефицит импульса при распаде протона. Может быть, эта новая сила, ускоряющая эволюцию и придающая ей определенное направление, связана с присутствием внутреннего мира у существ с нервной системой, являясь как бы внешним выражением этого внутреннего мира. Сила эта, если существует, по-видимому, довольно слаба и для отдельной особи не может быть обнаружена, однако действие ее на протяжении поколений может быть вполне заметным. Чтобы доказать, что известных из физики сил достаточно для объяснения эволюции, нужно предъявить вычисления соответствующих времен. До тех пор пока этого не произошло, у дарвинистов нет теории, а есть лишь гипотезы. А выдает гипотезу за твердое знание не наука, а политика.

Медитация. Мой сосед-миллиардер и Теория Всего

> *…Ум живет в постоянной деятельности, в постоянной пытливости, с тем наслаждением искания, которое для ума — сладчайшее из яств… Какие царства, какие богатства предпочтешь ты сладости… изысканий?*
>
> *Цицерон. Тускуланские беседы*

Сказать, что мне часто доводится встречать миллиардеров, было бы большим преувеличением. Однако одного из них мне в последнее время доводится созерцать достаточно часто. Зовут этого человека Джеймс Саймонс, он основатель хэдж-фонда Renaissance Technology, мимо которого я проезжаю каждый раз, когда направляюсь в магазин за продуктами. Встречаю я Саймонса, однако, не в магазине, а на семинарах по физике струн в новеньком — с иголочки — здании из стекла и металла, носящем его имя: Simons Center for Geometry and Physics. Джеймс Саймонс — математик, бывший когда-то профессором в университете Стони Брук, которому он недавно и подарил центр своего имени. Не знаю, останутся ли в истории финансовые махинации его фонда, на которых он и нажил свои миллиарды, но его математические достижения уже вошли в учебники. Математике и физике Саймонс (вместе с другим математиком по фамилии Черн) подарил *член,* который так и называется «член Черна-Саймонса». «Это который Саймонс? — Это тот, которого *член*» (правда, по-английски это не так здорово звучит: «Chern-Simons term»). Член этот обладает рядом замечательных свойств, пришедшихся очень по сердцу физикам, которые и эксплуатируют его вовсю последние лет двадцать.

Так вот, сколько-то лет назад профессор Саймонс оставил теоретическую математику и занялся, так сказать, математикой прикладной, основав Renaissance Technology. В фирме этой работает множество бывших

физиков и математиков. Так как их глава понимал, чем его подчиненные занимаются, фирма эта ничуть не пострадала в нынешнем кризисе. Однако самому Саймонсу, по-видимому, занятия эти наскучили, он ушел из «Ренессанса» и, вместо того чтобы уехать на Гавайи, проводит время на семинарах в центре своего имени, на постройку и работу которого он пожертвовал шестьдесят миллионов долларов. Там я его и созерцаю.

Судя по тому, чем центр Саймонса занимается, у миллиардера-математика есть мечта. Построить не яхту в сто пятьдесят метров длиной, как у Абрамовича (уже осуществил), а создать Теорию Всего. Зачем? Дело в том, что ученым, в число которых на старости лет вернулся и Саймонс, не дает покоя то, что теории, описывающие разные аспекты нашего бытия, не до конца согласуются друг с другом. Ну, казалось бы, и что? Почему не может быть так, что звезды управляются одними законами, а муравьи другими? Ан нет, наука, оказывается, в такое не верит. Ее вера в том, что все в природе управляется единой системой законов и в этом кодексе нет *никаких противоречий,* а следовательно, никаких судебных конфликтов и разбирательств, какой закон в данном случае какому предпочесть, быть не может. То есть в наших знаниях противоречия эти, конечно, возникают, но ученые верят, что они есть лишь следствие нашего непонимания того, что происходит, или, другими словами, недостатка наших знаний. Эта вера двигала науку всегда, и все возникавшие противоречия с блеском разрешались.

Чтобы не быть голословным, приведу несколько примеров. Классическая механика Ньютона не предполагала, что скорость света чем-то выделяется среди других скоростей, а в электродинамике Максвелла скорость света в вакууме есть максимально возможная в природе скорость. Противоречие это было замечено в конце XIX века и лишило ученых покоя. Разрешилось оно в специальной теории относительности, созданной усилиями Эйнштейна не без помощи Лоренца и Минковского, показавшей, что механика Ньютона справедлива лишь для скоростей, много меньших скорости света. Для скоростей же, сравнимых со скоростью света, была сформулирована релятивистская механика, являющаяся обобщением механики Ньютона и плавно переходящая в последнюю на малых скоростях.

На этом противоречия не кончились. Оказалось, что созданная почти одновременно с теорией относительности для описания микромира квантовая механика и специальная теория относительности не стыкуются. Это противоречие было разрешено Полем Дираком и опять-таки привело к смещению парадигмы в физике. Оказалось, что для разрешения противоречия необходимо допустить, что у известных нам частиц есть своего рода зеркальные двойники — античастицы. То есть ради какой-то нестыковки в уравнениях потребовалось, ни много ни мало, допустить существование целого нового мира! И, что самое удивительное, этот мир, вызванный к жизни необходимостью разрешения математического противоречия в теории, был вскоре открыт! Ныне мы даже пользуемся плодами этих открытий, например в медицине. Недавно мне делали скан всего организма; скан этот назывался позитронной эмиссионной томографией, и делается он при помощи позитронов — зеркальных двойников электрона.

Теория Дирака положила начало тому, что сейчас именуется квантовой теорией поля, но не положила конец противоречиям. На очереди два следующих: между общей теорией относительности (которую можно также назвать теорией гравитации) и квантовой теорией поля — и между биологией и квантовой механикой.

Начнем с первого противоречия. Его суть состоит в том, что мы до сих пор не знаем, как включить квантовую теорию поля и гравитацию в общую схему. Согласно логике квантовой теории гравитационные силы должны переноситься частицами (для них даже название есть — гравитон), наподобие того, как электромагнитные силы переносятся фотонами или слабые взаимодействия *W*- и Z-бозонами. Логика логикой, а конкретных вычислений мы предъявить не можем. В практическом отношении это противоречие, казалось бы, не очень важно. Недостаток наших знаний мешает нам описать то, что происходило со Вселенной ближе к ее началу, чем 10^{-43} секунды. Ну, скажет скептик, обсуждать такие вопросы — это как рассуждать о том, сколько ангелов уместится на острие меча. Такое только схоласты в Средние века обсуждали. Ну и говорите, что хотите, а нам это интересно — нас такие вопросы занимают потому, что мы верим: в знании нашем не должно быть

никаких прорех.

Какие у нас, однако, основания думать, что гравитация подчиняется законам квантовой механики? Таковые имеются, и за их открытие в 2011 году была дана Нобелевская премия по физике. Читатель, наверное, слышал, что премия была присуждена за открытие того, что расширение Вселенной не замедляется, как думали раньше, а ускоряется. Ускорение это объясняют присутствием особой силы «антигравитации», которая, как ни странно, свойственна «пустому» пространству. Как мы уже обсуждали в медитации про «пустоту», ничего совершенно пустого квантовая теория не допускает; из вакуума постоянно возникают и в нем исчезают частицы. Полагают, что такое мельтешение и ответственно за ту «темную энергию», которая наполняет, по-видимому, пустое пространство. Когда-то Эйнштейн предположил существование такой формы энергии, следуя соображениям, ничего общего не имеющим с квантовой теорией, в которую он к тому же и не верил. Эйнштейна, воспитанного в традициях классической греческой философии Аристотеля с ее верой в вечность мироздания, раздражало то, что его теория предсказывала, что Вселенная имеет начало во времени. Для утверждения вечности сущего Эйнштейн ввел в свою теорию так называемый космологический член, приписывая тем самым энергию «пустому» пространству. Через несколько лет, когда оказалось, что Вселенная таки не стационарна, а расширяется, Эйнштейн отказался от космологического члена, назвав его «величайшим просчетом в своей жизни». Однако, как сейчас выяснилось, «темная энергия» все-таки существует, хотя плотность ее намного меньше того, что первоначально предполагал Эйнштейн, что, кстати, является одной из величайших загадок современной физики. Как ни мала величина космологической постоянной, ее вполне достаточно для того, чтобы мы могли убедиться: квантовые эффекты в гравитации существуют.

Не могу удержаться, чтобы не сделать небольшое отступление и не рассказать об этом знаменитом «просчете» Эйнштейна и о том, как сформировались современные взгляды на развитие Вселенной. На протяжении этой книги я много раз упоминал: ученые

считают, что Вселенная имела начало во времени. Несмотря на то что осознание этого факта пришло к Эйнштейну и другим гигантам науки в 1920-е годы, после того, как астроном Хаббл открыл эффект красного смещения, консенсус среди широкой научной общественности установился только в 1960-е годы. Решающим фактором послужило открытие так называемого реликтового излучения или, проще говоря, света, дошедшего до нас с сотворения мира. Может быть, читатель помнит, как в «Братьях Карамазовых» Смердяков издевался над простой верой воспитавшего его слуги Григория: «Свет создал Господь Бог в первый день, а солнце, луну и звезды на четвертый день. Откуда же свет-то сиял в первый день?» Вот этот-то свет, сиявший в первый день, когда еще не было ни звезд, ни планет, и «увидели» в 1965 году американские физики Арно Пензиас и Роберт Вильсон. Открытие это совершилось при испытаниях новой огромной антенны, созданной совсем не для астрофизических целей. При испытаниях антенны Пензиас и Вильсон, к огромному своему раздражению, обнаружили, что не могут добиться хорошего качества приема на интересовавших их частотах из-за постоянного шума. Сначала думали, что источником шума являются недостатки конструкции антенны, потом грешили на голубей, потом думали, что его источником является расположенный поблизости город Нью-Йорк. Однако оказалось, что излучение идет из космоса и приходит равномерно со всех сторон. Вскоре выяснился еще один удивительный факт: спектральный состав этого излучения совпадал с излучением абсолютно черного тела с температурой примерно 2,7 градуса по шкале Кельвина (-270 ˚С). Означать это могло только одно: наблюдаемое инфракрасное излучение есть продукт материи, равномерно заполнявшей Вселенную и находившейся когда-то в термодинамическом равновесии сама с собой и с излучением (так и определяется в физике понятие «абсолютно черного тела»). Надо ли говорить, что мир сегодняшнего дня ничем такое состояние не напоминает. Каждая звезда и планета имеют свою температуру (правильнее сказать, среднюю, поскольку температура внутренних частей и поверхности разная), свет сам с собой практически не взаимодействует и поэтому прийти в состояние термодинамического равновесия не может.

Между тем, как было замечено теоретиками Гамовым, Альфером и Германом еще в 1948 году, теория Большого взрыва предсказывает, что когда-то вещество Вселенной находилось именно в таком состоянии. То есть, до достижения Вселенной возраста в 400 000 лет (по нашим нынешним стандартам), ее вещество представляло собой плазму, совершенно непрозрачную для излучения. Вот это и было тем, что физика называет абсолютно черным телом. «И сказал Бог: да будет свет. И стал свет. И увидел Бог свет, что он хорош; и отделил Бог свет от тьмы» (Быт 1, 3–4). Отделение света от тьмы (вещества) произошло, когда температура материи упала ниже порога ионизации атомов водорода (около 3 000° К). С этого момента излучение (свет), продолжая оставаться в термодинамическом равновесии, фактически перестало взаимодействовать с веществом. По мере расширения Вселенной это оставшееся от «горячих» времен излучение остывало (при адиабатическом, то есть в отсутствие внешних источников тепла, расширении произведение $T^3\ V$, где T— температура по шкале Кельвина, $a\ V$ — объем, остается постоянным, поэтому чем больше объем, тем меньше температура излучения) и к настоящему времени из горячего превратилось в крайне холодное. Вещество же, будучи в первое время после разделения просто горячей смесью водорода и гелия, развивалось далее своим путем, постепенно теряя однородность и структурируясь, формируя звезды (ставшие источниками своего собственного света), планеты и т. д.

Возвращаясь к основной теме, скажу, что на место Теории Всего, обещающей примирить квантовую теорию с гравитацией, претендует ныне так называемая теория струн. «…Туман. Струна звенит в тумане…» Читатель, в попытках понять Вселенную физика все время возвращается к геометрии и музыке. «Физика есть геометрия», — говорил, вторя великому Платону, последний ученик Эйнштейна Джон Уилер. «В споре Платона и Демокрита о структуре материи был прав Платон», — написал в одном из своих эссе основатель квантовой механики Вернер Гейзенберг. О музыке сфер, звучащей во Вселенной, говорили Пифагор и его ученики.

Попробую объяснить, в чем суть проблем, стоящих

перед Теорией Всего. Все они в конечном итоге сводятся к тому, что наши представления о микромире основаны на неудачной концепции, а именно концепции частиц, унаследованной нами от древнего атомизма. Чтобы примирить эту концепцию с требованиями теории относительности, нам приходится предположить, что частицы есть точечные объекты, то есть буквально не имеют размера. Такое предположение диктуется тем соображением, что пространственные размеры меняются при изменении системы отсчета, а законы природы меняться НЕ ДОЛЖНЫ. В итоге получается, что мы хотим составить предметы, имеющие размер, из чего-то, размера не имеющего. Немудрено, что, введя в квантовую теорию такую абсурдную концепцию, как точечные взаимодействующие частицы, мы сразу получаем массу математических трудностей (интегралы расходятся, появляются бесконечности и т. д.). Особенно сурово все это выглядит, когда мы пытаемся квантовать гравитацию.

Первоначальная идея теории струн была чрезвычайно проста. Она сводилась к следующему рассуждению. Как показал Ричард Фейнман, общим решением уравнений квантовой механики является так называемый интеграл по траекториям, где волновая функция системы представляется суммой комплексных экспонент от (2π *iS/h),* где 5 есть классическое действие для данной траектории, а h — постоянная Планка (более подробные объяснения даны в приложении). Поскольку траектории представляют собой линии, получается, что мы суммируем по линиям в четырехмерном пространстве-времени. Так как действие для релятивистской частицы пропорционально интервалу между двумя точками на траектории (см. Приложение), а интервал не зависит от выбора системы координат, то такое представление удовлетворяет главному принципу физики об универсальности законов природы (по-ученому это называется принципом общей ковариантности). Итак, рассуждали ранние «струнщики», поскольку проблема в том, что линии не имеют толщины, давайте заменим их на поверхности и будем суммировать по поверхностям, а вместо действия как длины (интервала) будем считать его пропорциональным площади поверхности. Это похоже на то, что частицы как бы приобрели размер, стали либо колечками (замкнутые

струны), либо отрезками (открытые струны), но размер этот не фиксирован, так как мы суммируем в волновой функции по поверхностям самых разных размеров, форм и топологий. Предполагается (это разумеется, должно следовать из теории), что в среднем размер этот чрезвычайно мал (порядка планковской длины $\sim 10^{-35}$ метра; для сравнения: размер ядра атома водорода $\sim 10^{-15}$ метра). Выглядит все это на первый взгляд не так сложно, но на поверку эта простота оказалась обманчивой. Настолько обманчивой, что, несмотря на колоссальные усилия последних тридцати лет, теоретически соединить гравитацию и квантовую механику пока не удалось. Тут нам, я чувствую, без финансовой помощи Саймонса не обойтись.

Однако чего же все-таки Саймонс и те, кто вплотную занимаются теорией струн, от нее ожидают? Неужели, если она в конце концов будет построена, мы получим Теорию Всего? Во-первых, оговорюсь сразу: если мы даже соединим квантовую теорию поля с гравитацией, никто не станет пользоваться этим для, например, синтеза новых лекарств в фармакологии или расчета свойств металлических сплавов. Это не означает, что у такой теории не будет практических следствий, следствия могут быть, и самые неожиданные. Однако, думаю, они, скорее всего, будут косвенными. Возникнут, например, какие-то новые отрасли математической физики, которые позволят установить более глубокие связи в отраслях уже существующих и лучше их понять. На этих страницах я много говорил о том, что в физике нет изолированных разделов, что все взаимосвязано, и повторю это опять. Помимо этого, и это, думаю, и вдохновляет «струнщиков» всего более, Теория Всего установит внутреннюю согласованность и непротиворечивость физики. Что ж, за это стоит побороться.

Но будет ли эта грядущая теория действительно Теорией Всего? Как насчет живого — эмоций, чувств, сознания, наконец? Многим биологам ни теория струн, ни даже квантовая механика не нужны, так как они верят, что мозг есть просто вычислительная машина, действующая по детерминистским законам классической физики. Даже квантовым эффектам они не находят там места. Некоторые же ученые, как, например, Пенроуз (я обсуждал его взгляды и критику теории искусственного

интеллекта в посвященной ему главе), как знаменитый американский теоретик биологии Стюарт Кауфманн или авторы недавно опубликованной в Оксфорде книги «Quantum Enigma» («Квантовая загадка») Брюс Розенбаум и Фред Кюттнер, напротив, считают, что квантовые эффекты должны играть решающую роль в работе мозга. Пенроуз при этом идет даже настолько далеко, что считает: для объяснения сознания нам нужно понять, как гравитация соединяется с квантовой механикой, то есть опять-таки без Теории Всего не обойтись.

Проблема внутреннего мира животных и человека и другая, более высокая — человеческого сознания являются наиболее сложными научными проблемами. Распространено мнение, что внутренний мир как-то так сам собой возникает, когда его материальный носитель достигает определенной степени сложности. При этом некоторые полагают, что система эта не должна даже быть «живой», и в этом смысле и силиконовый компьютер начнет что-то чувствовать, если сделать его достаточно сложным. Другие, как тот же самый Пенроуз, утверждают, что, чтобы чувствовать и мыслить, система должна быть именно живой, что конкретное физическое устройство организма важно, и связывают это с тем, что процессы в организмах, в отличие от процессов в компьютерах (с их точки зрения), управляются квантовой механикой.

Мне кажется, споря о том, *как* возник внутренний мир, забывают, *что* он такое, и, в частности, о том, что он фундаментально отличается от мира внешнего, объективного. Строго говоря, мир внешний, который мы склонны называть «реальностью», есть интеллектуальная конструкция, плод наших умозаключений. Мы не воспринимаем его непосредственно; мир, в котором мы живем, есть мир наших чувств, эмоций и, наконец, сознания. Допустим, однако, что внешний мир есть; допустим, что наши тела являются его продуктом; допустим даже, что наш внутренний мир не может существовать без определенного рода тела. Пусть так. Но при всем том не ясно ли, что внутренний мир *не есть* мир внешний, что он есть совершенно другое качество, невыразимое во внешних терминах? Может быть, это качество неотделимо от мира внешнего или, как его еще называют, материального, как одна сторона монеты от другой. Если это так, то вопрос о его происхождении

снимается или, скорее, он равносилен вопросу о происхождении материального мира. Тогда, однако, придется признать, что внутренний мир есть и у камней и вообще сознание разлито во всей природе. Если же думать, как, по-видимому, думают все те, кто полагает, что внутренний мир присущ лишь системам (или организмам) достаточно сложным, что внутренний мир возникает на каком-то этапе развития мира материального, то как же это происходит? Почему у живого мозга есть внутренняя сторона, а у кристалла или даже у мертвого мозга ее нет? Здесь перед нами как бы возникновение из ничего — никакой аналогии для возникновения внутреннего мира, кроме возникновения самой Вселенной, я подыскать не могу. Кстати, как я уже упоминал в медитации «Антропный принцип», слово «сотворил» употребляется в первой главе Книги Бытия всего три раза. Бог сотворил только три вещи: «небо и землю», «душу животных пресмыкающихся» и человека. Первое можно понимать как материальный мир, второе — как мир эмоций и чувств, присущий существам с нервной системой, а третье — как рефлектирующее сознание, присущее только человеку.

Медитация. Разумная конструкция

И под личиной вещества
бесстрастной Везде огонь
Божественный горит.

Вл. Соловьев

Вселенная постепенно вырисовывается скорее как великая Мысль, чем как большая машина.

Дж. Джинс

Читатель, мы возвращаемся к теме, с которой и начиналась эта книга. Помнишь стихи Лермонтова, приведенные в первой медитации, где поэт говорит о том, как через созерцание природы ему открывается Бог?

В наши дни такой подход усиленно оспаривается и в качестве главного аргумента приводится теория Дарвина. Споры вокруг этой теории не утихают по обе стороны океана.

С одной стороны выступают люди религиозного мировоззрения, которые указывают на сложную организацию окружающего нас мира, где каждая часть, по-видимому, соответствует другой части с точностью, почти что непостижимой для человеческого ума и уж во всяком случае невоспроизводимой. По мнению теистов, сие есть свидетельство того, что мир создан и управляется могучим интеллектом, бесконечно превосходящим интеллект человека, хотя в чем-то и сходным с ним (как я уже говорил ранее, без этого сходства мы не смогли бы оценить красоты и сложности представленной нам картины мироздания).

С другой стороны выступают, скажем так, прогрессисты, которые говорят, что то кажущееся совершенство или, вернее сказать, высокая степень организации, которую мы наблюдаем в окружающей нас природе, есть плод невообразимо долгого процесса, состоящего из длинной цепочки проб и ошибок, в которой неудачные экземпляры безжалостно отбраковывались.

Действительно ли принятие эволюции исключает

теизм? Или же она исключает только такой теизм, который настаивает на том, что мир был создан за шесть человеческих земных дней? Я уже говорил ранее, что даже в далеком прошлом находились мыслители (например, святой Августин или Филон Александрийский), которые не усмотрели бы здесь никакого противоречия. Если обратиться к не столь давним временам, то можно вспомнить современника Дарвина Владимира Соловьева, который, будучи человеком весьма религиозным, с энтузиазмом воспринял дарвинизм.

Попробуем разобраться в этом. Во-первых, правильно ли здесь уделять такое внимание эволюции животного мира? Безусловно, живые организмы являют собой наиболее разительный пример сложности и целесообразности. Следует, однако, заметить, что проблема происхождения и развития жизни является все-таки частным случаем более общей проблемы возможности возникновения сложно организованных систем из систем, организованных просто. А между тем не только история развития жизни, но и вся история мироздания, насколько она нам известна, представляется движением от простого к сложному. История жизни есть лишь часть этого более общего движения. И возникает она не на пустом месте, поскольку от Большого взрыва до первых микробов нужно было пройти длинный путь — например, создать всю периодическую систему элементов. Поскольку элементы тяжелее водорода и гелия формируются в ходе термоядерных реакций, идущих в недрах звезд, для их создания было необходимо, чтобы образовались, отгорели и взорвались несколько их поколений. Этот процесс занял около десяти миллиардов лет, на протяжении которых появлялись все более сложно организованные формы материи, не ведая никакого дарвиновского отбора (до возникновения жизни никто не вымирал за неприспособленностью). Процесс усложнения, который многими принимается за некую данность, мог оборваться на каждом шагу. Так, можно представить себе Вселенную, в которой нет ничего сложнее атомов, и даже такую, где нет ничего сложнее элементарных частиц. Возникновение и относительная устойчивость любой организованной формы материи (атомов, простых молекул, органических молекул,

клеток, живых организмов) требует строгого соблюдения баланса различных сил, действующих во Вселенной. Дарвинизм делает сильный упор на роль случайностей в процессе развития жизни. Однако случайность и необходимость всегда выступают в природе вместе, и всякий раз, когда выпячивается что-то одно, получается однобокая, искаженная картина.

Однажды я присутствовал на чрезвычайно интересном докладе, где докладчик, физик по образованию, обсуждал проблему свертывания белков (protein folding), используя как пример образование молекул РНК. Молекулы эти играют первостепенную роль в функционировании живых организмов, выполняя, среди прочего, роль курьеров, переносящих инструкции по изготовлению белков от мест, где хранится информация о том, какие белки нужны организму, до мест, где эти белки производятся. Информация о всех белках и способах их производства хранится в огромных молекулах, называемых ДНК, каждую из которых можно сравнить с поваренной книгой, где записаны рецепты производства разнообразных блюд. РНК же является как бы страничкой из этой книги; нужно, скажем, изготовить борщ или гуляш, так вместо того, чтобы тащить на кухню всю книгу, копируют страничку с соответствующим рецептом и посылают на кухню. Тонкость состоит в том, что страничку посылают в сложенном (или, скорее, скомканном) виде, так оказывается удобнее. Проблема в том, как складывать (или комкать), а потом разворачивать (разглаживать) такие странички. РНК и есть проблема сворачивания белков, в которой пытался разобраться автор доклада. По ходу дела он показывал картинки типичных молекул РНК в их свернутом виде. Впечатление было как от чего-то безнадежно сложного, в чем человеческому уму нет и не будет никакой возможности разобраться. Тем не менее автор довольно успешно справился с этой задачей и на протяжении всего лишь часа представил математическую модель, довольно детально описывающую образование таких структур. Принципы этой модели чрезвычайно просты (не буду на них останавливаться), результат весьма сложен. Никаких физических законов, за исключением известных даже школьнику (во всяком случае, в мое время их в школе учили), для объяснения процесса не требуется. С другой стороны, на протяжении почти всего процесса никаких

повторных попыток, никакого отбора не требовалось, сложнейшие структуры складывались «сами», следуя закону Кулона и элементарным правилам квантовой химии (ионная и ковалентная связь и т. п.). Отбор понадобился только на последней стадии, так как молекул производится *слишком много* и надо выбрать те, что подходят для жизни. Ну вот как будто мы пришли в супермаркет в незнакомой стране, на полках стоит масса товаров, этикетки читать не умеем, но, в общем-то, видно, что вот тут — джемы, а тут — сыры. Понятно, что мы не сразу выберем наилучшее, будут ошибки, но самое главное, что *есть из чего выбирать*. А почему? Почему материя может образовывать устойчивые сложные формы так, что жизни есть из чего выбирать?

После доклада мне пришла в голову мысль, что ситуация эта, то есть сочетание простоты исходных принципов и чрезвычайной сложности, нетривиальности и многообразия возможных результатов, совершенно типична для устройства природы.

И хотя Теория Всего, в смысле знания основных принципов построения Вселенной, еще не построена, но принципы ее развития на каких-то определенных (и важных для нас) участках поняты уже достаточно хорошо. Формулируешь простые принципы, а дальше все катится как будто бы само, от простого к сложному, от элементарных частиц до биологических молекул, а далее от молекул до микробов, от микробов до человека. Правда, подробностей последних процессов мы еще не знаем, но, как показывает пример приведенного выше доклада, вполне возможно, что и эта задача будет со временем решена. Так где же здесь intellectuel design (разумная конструкция), когда тут все просто — толкнул и покатилось? Однако ведь нужно же сконструировать так, чтобы катилось? Не всякое колесо доедет от гоголевского города NN до Казани, а тут нужно, чтобы катилось 13,5 миллиардов лет (такова современная оценка возраста Вселенной). Не всякие принципы позволяют такое непрерывное развитие осуществить. Простота, которую мы здесь наблюдаем, есть не та, что хуже воровства, а простота гениальная.

Поясню свою мысль на примере. Дети часто играют в кубики, ставя их друг на друга, все выше и выше, пока башня не обрушится. Ставишь три, четыре, пять, шесть кубиков друг на друга, все держится, башня растет, а

потом уже нужно быть очень осторожным — чуть-чуть заденешь, и обрушится, а потом уже и осторожность не помогает, башня рушится, и все тут. В этой детской игре действует общий закон: чем сложнее система, тем она нежнее, неустойчивее. Чтобы разрушить атомное ядро, нужны температуры в миллиарды градусов, чтобы отделить электрон от ядра в простейшем из атомов (атоме водорода) нужно уже «только» около 27 000 градусов; чтобы расплавить кусок железа, нужны лишь тысячи градусов, чтобы убить микроб, нужна сотня; человеческий организм может существовать лишь в узком интервале температур вокруг 36,5 °C, исчисляемых несколькими градусами.

Организм — по необходимости сложная система, и простой она в принципе быть не может, даже на уровне микроорганизмов, не говоря уже о разумной жизни. Это потому, что телу необходимо самообновляться, а следовательно, хранить где-то информацию о самом себе. Поэтому для жизни необходимо как минимум, чтобы существовали молекулы огромной длины (хранилища информации ДНК могут содержать миллиарды атомов), способные соединяться и функционировать совместно. Откуда же такие молекулы взялись, если вначале были лишь одни элементарные частицы, и как им удается быть устойчивыми? Добавьте к этому то, что молекулам этим нужно не просто быть, а нужно еще что-то делать, выполнять определенные функции. То есть нужно быть активными, но при этом не развалиться на куски. Такой баланс между активностью и устойчивостью предполагает соблюдение определенных условий. Например, простые живые организмы можно заморозить в холодильнике на тысячи лет, они не умрут, но и жить не будут. То есть тут условия баланса не соблюдаются. А как же получилось, что такие условия вообще существуют? Не в том смысле, что они существуют на планете Земля или где-нибудь еще (во Вселенной места много), а существуют в принципе?

Вот именно этот вопрос я и хочу обсудить, так как считаю, что именно здесь и происходит истинное чудо. Если на время оставить за пределами рассмотрения вопросы о происхождении материи и Вселенной как таковой, то принципы ее организации, на уровне нашего непосредственного восприятия, очень просты. А именно

на этом уровне вполне годится модель, в которой есть атомы, состоящие из тяжелых ядер и легких электронов; их образование и динамика, равно как и формирование более сложных структур, как то: молекул, жидкостей и твердых тел, определяется законами квантовой механики и электромагнитным взаимодействием. Сложности, описанные в медитации «Слово „атом“ и его судьба», не будут нас касаться, если мы не будем заглядывать в глубь атомных ядер.

Если мы согласимся на такие правила игры, то на этом уровне все законы отлично известны. И коль скоро это так, то оказывается, что свободных параметров в задаче об организации материи практически не остается. И получается, что из весьма простых начальных посылок формируется невероятно сложный конечный результат — мир, в котором мы живем.

Чтобы не быть голословным, попробую нарисовать более развернутую картину. Пусть нам даны все элементы таблицы Менделеева в количестве достаточном, ну хоть в форме какого-то пылевого облака, из которых мы можем слепить планету какого угодно типа (ну хоть типа Земли) и поместить ее на соответствующее расстояние от какой нам нравится звезды (ну хоть типа нашего Солнца). Так что в наших руках создать какие угодно условия, в смысле температур и давлений. Вопрос номер один: по каким принципам будет организовываться вся эта пылевая материя? Вопрос номер два: что нужно для того, чтобы на сформировавшейся планете смогла возникнуть жизнь, а еще лучше, жизнь разумная? Как ни покажется это самонадеянным некоторым из читателей, наука полагает, что ответ на вопрос о принципах организации материи ей известен. Хотя ответа на вопрос о возникновении жизни не существует во вполне удовлетворительной форме, тут тоже есть что сказать.

Итак, в нашем облаке пыли есть вся таблица Менделеева. Это значит, у нас есть атомы всех сортов (откуда это все взялось, нас здесь не касается). Как известно, атомы состоят из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженного облака электронов, это ядро окружающего. Всякий заряд в природе кратен элементарному заряду, обозначаемому в физике латинской буквой e; заряд электрона — e, а заряд ядра атома элемента, несущего номер *I* в таблице Менделеева,

есть $+Ze$. Вот, например, водород стоит в таблице на первом месте, значит, $Z = 1$, а кислород на 8-м, значит $Z = 8$. Что еще нам нужно знать про ядра? Нужно знать, какая у них масса. Каждое ядро состоит из положительно заряженных протонов количеством Z и незаряженных нейтронов, количество которых может быть разным. Ядра с одинаковым Z, но разным количеством нейтронов, называются изотопами данного элемента. Например, водород может существовать в трех формах: собственно водород (один протон, нет нейтронов), дейтерий (один протон, один нейтрон) и тритий (один протон, два нейтрона). Как правило, только один, от силы два изотопа данного элемента являются долгоживущими, остальные неустойчивы относительно радиоактивного распада. Массы протона и нейтрона известны, их отношение $M_n/M_p = 1{,}0084$. Еще нам нужна масса электрона, вернее, ее отношение к массе протона: $m_e/M_p = 1/1684$. Теперь представим, что наше облако как-то сжалось, образовав планету, и из газа отдельных атомов начинают формироваться разные структуры: молекулы, жидкости, кристаллы — всё, всё, всё, что нас окружает и что нам необходимо для жизни, включая наши тела. Чтобы все это произошло и вещество не разлетелось по сторонам, нужна, конечно, сила гравитации, но, предположим, она есть в количестве достаточном. Это все, что нам надо про нее знать, так как на поведение материи на малых расстояниях гравитация влияния не оказывает. Она нужна для большой картины, для того, чтобы Вселенная как целое не развалилась, а мы здесь обсуждаем, так сказать, тонкие детали. Нас интересует, что нужно, чтобы из ядер и электронов что-то соорудить. Тут нужна организующая сила, которой является сила электромагнитная. В своем наиболее элементарном проявлении она необычайно проста: два точечных заряда Q_1 и Q_2 взаимодействуют с силой, направленной вдоль соединяющей их линии, величина которой обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними и прямо пропорциональна произведению зарядов. Закон Кулона. Следовательно, заряды одного знака отталкиваются, а заряды противоположного знака притягиваются. Оговорюсь, что закон Кулона предполагает, что заряды не движутся относительно друг друга; если они движутся, то возникает еще дополнительная более слабая сила (сила

Лоренца), но это уже детали.

Теперь необходимо знать, как под действием этих сил материя будет двигаться. Это описывает квантовая механика, которая на уровне доступных нашим чувствам макроскопических объектов плавно переходит в хорошо знакомую по школе классическую механику Ньютона. Не углубляясь в подробности, скажу, что всей организацией материи заведует еще одно число, *постоянная тонкой структуры* $\alpha = 1/137$ (равенство здесь является приблизительным), составленная из заряда электрона, постоянной Планка и скорости света. Объясню ее смысл на примере. Допустим, у нас есть простейший атом — атом водорода ($Z = 1$, один электрон). Как учит нас квантовая механика, энергия электрона в атоме водорода может принимать только дискретные значения; они известны: $E_n = -(m_e c^2)\,\alpha^2/2n^2$, где n — целое число (1, 2, 3…), а c — скорость света. Возьмем какой-нибудь другой атом, например, атом гелия ($Z = 2$, два электрона). Спектр его энергий будет опять-таки дискретный, и, хотя такого простого выражения, как для спектра атома водорода, у нас и не имеется, все эти энергии будут опять-таки пропорциональны величине — $(m_e c^2)\,\alpha^2$. Нечто подобное имеет место для всех решительно атомов (для дотошного читателя я даю точную формулировку, а именно, энергии электронов в атоме с атомным номером Z даются в виде бесконечного ряда по четным степеням постоянной тонкой структуры: $E_n = -(m_e c^2)\,\alpha^2\,[A_1(n,Z) + \alpha^2\,A_2(n,Z) + \alpha^4\,A_3(n,Z) + \ldots]$, где коэффициенты A_1, A_2… есть некие числа).

Массы протона и нейтрона будут входить в выражения для энергий молекул.

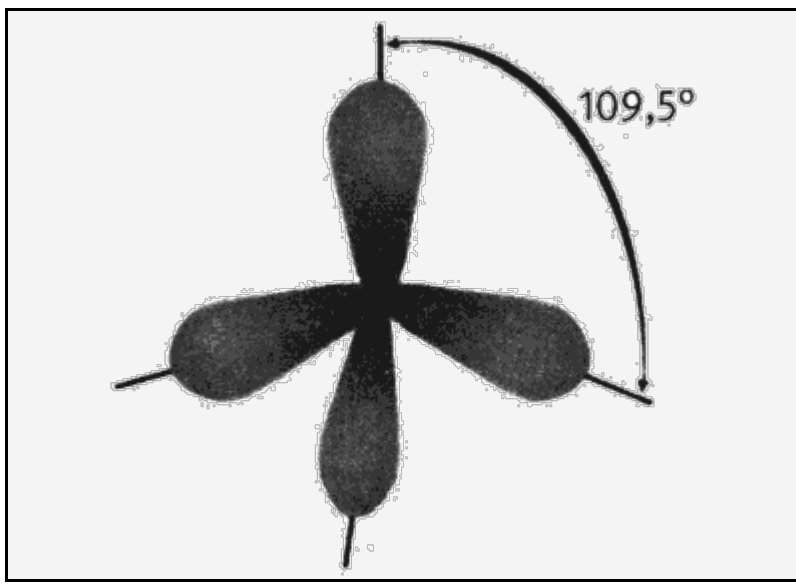
Есть простая и наглядная аналогия того, что здесь выражено несколько формальным языком. А именно, каждый атом похож на музыкальный инструмент. Инструмент этот издает звуки только определенного тона, это его спектр. У атомов водорода одна музыка, у атомов углерода другая, у кальция — третья и т. д. Когда атомы объединяются в молекулы (а не каждый с каждым еще и пожелает объединиться, а если объединятся, то могут и размежеваться, да еще и с большим шумом, на этом вся взрывчатка основана), возникает новый тон и т. д. Существенная разница между нашими музыкальными инструментами и атомами в том, что каждый инструмент имеет систему настройки. Задача о

согласном звучании инструментов в оркестре решается путем настройки каждого инструмента. А вот у атома ручки настройки нет. То есть на весь оркестр из 10^{28} атомов, составляющих наше тело, есть ТРИ ручки, регулирующие три числа: $M_n/M_p, m_e/M_p, \alpha$.

Теперь представь, читатель, что тебе дана задача из всех этих атомов построить живую клетку. Она состоит из множества атомов разных сортов (сортов этих на самом деле не так уж много, активную роль в деятельности клетки играют всего лишь около десятка элементов), объединенных в молекулы. Все это должно соединиться, не распасться, но и не держаться слишком прочно друг за друга, так как жизнь — штука динамическая, должен происходить обмен веществ, то есть молекулы должны относительно свободно перемещаться, набирать энергию в одном месте, отдавать ее в другом. Короче говоря, создать надо из всех наличных деталей (атомов) работающий организм. Или, по приведенной выше аналогии, нужно из отдельных инструментов создать оркестр. И менять ты, читатель, можешь только три параметра: $M_n/M_p, m_e/M_p, \alpha$, которые определяют силу мириад разных химических связей, пространственную структуру молекул (а эта структура определяет их роль и функции в организме). И все потому, что только от этих чисел отношения энергий и зависят. (По правде говоря, вряд ли и эти-то числа можно менять, так как они, возможно, фиксированы другими соображениями. Однако забудем об этом на минуту.) То есть, оперируя всего тремя параметрами, нужно добиться того, чтобы существовали такие условия (хотя бы в принципе существовали, о реализации их даже речи здесь не идет!), при которых молекулы практически произвольной длины были бы: а) относительно устойчивы; б) могли бы активно реагировать и обмениваться энергией с другими молекулами. Совершенно не очевидно, что поставленная таким образом задача имеет решение. Напротив, общее правило таково, что задачи, в которых количество условий, которым нужно удовлетворить, превосходят количество параметров, которые можно менять, НЕ ИМЕЮТ решения. То есть само существование мира, в котором возможна жизнь, противоречит разумным ожиданиям (другое дело, что мы об этом, как правило, не задумываемся, принимая просто за данность).

Математик и философ Лейбниц когда-то говорил, что, хотя мы не живем в наилучшем из миров, мы живем в наилучшем из *возможных* миров. Парадоксально заостряя эту мысль, я бы сказал, что мы живем в НЕВОЗМОЖНОМ мире.

Не слишком ли я сгущаю краски, сократив количество «рычагов управления» только до трех? Казалось бы, остается еще некая свобода выбирать то, из чего живые молекулы строить. На самом деле свободы этой практически нет, так как их свойства диктуются их функцией. А именно: для изготовления длинных молекулярных цепей годятся только четырехвалентные элементы (таких элементов два — углерод (химический символ C) и кремний (Si)).

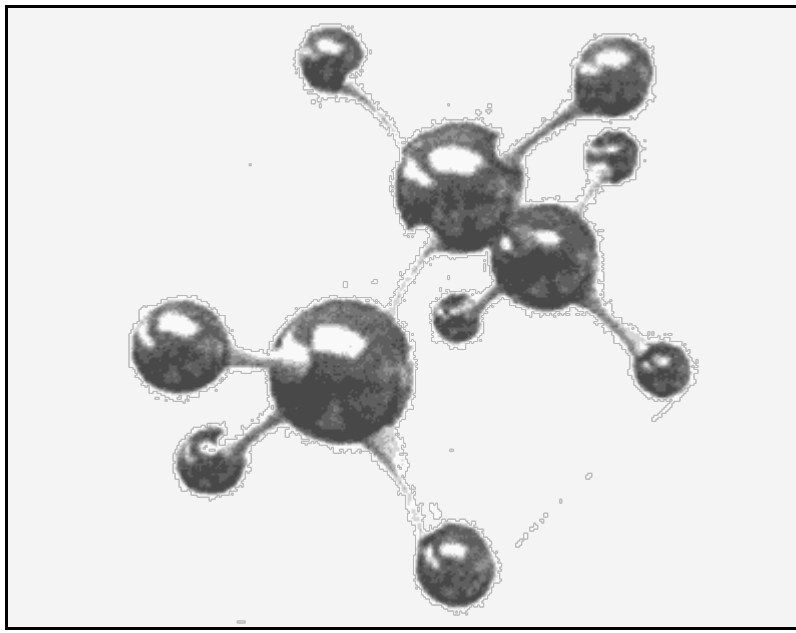


Схематическая картина атома углерода.

Ядро в центре, серые облака изображают собой валентные связи

Две из четырех связей каждый атом такого элемента тратит на то, чтобы соединиться с такими же, как он, атомами в цепочку. Две оставшиеся связи он протягивает, как руки, навстречу окружающему миру, и на них садятся другие атомы. Получается как бы строчка,

на которую садятся буквы-атомы или целые молекулы.



Три эквивалентных атома, соединенных в цепочку.

На торчащие «рожки» могут сесть другие атомы

Так что для хранения информации в клетках нужны именно такие элементы, какими в нашем мире являются углерод или кремний, именно с такими свойствами. И еще в качестве топлива нужен такой элемент, как наш кислород. Кстати, также нужно, чтобы энергии, выделяемые при разных химических реакциях, сопровождающих живые процессы, не разрушали сами клетки, в которых они происходят, и т. п. То есть нужен баланс, баланс и еще раз баланс, как в оркестре, а рычагов настройки только три…

Надеюсь, из всего сказанного понятно, что по-настоящему глубокие вопросы о самой возможности существования жизни были решены не отбором, а элегантным, невероятно простым по исходным посылкам и непостижимо сложным по следствиям выбором исходных принципов построения мироздания. То, что задача о построении Вселенной, в которой возможны такие сложные структуры, как ДНК, вообще имеет

решение, есть факт отнюдь не очевидный. Если мы ему не удивляемся, то только по привычке воспринимать этот мир как нечто, полученное даром. Отбор же, в какой бы форме он ни осуществлялся, по Дарвину или как-нибудь еще, есть только, так сказать, наведение марафета. Оперирует он уже на весьма сложных структурах, чье существование никаким отбором не определяется. Да и случаен он лишь во вполне ограниченном смысле, так как случай здесь накладывается на неслучайную матрицу этих самых исходных (для биологии) структур.

Вполне возможно, что через то, что воспринимается нами как случай, выражается та свобода, которая предоставлена творению. Допустим, процесс отбора пошел бы несколько иным путем, так что разум воплотился бы не в существо, подобное обезьяне, а в дельфина или даже в осьминога. И что же? Это существо так же творило бы, спорило, а может быть, и воевало. Образ Божий ведь не форма тела. А форма тела — это уже детали, «прах земной».

Многих верующих невероятно волнует то, что теория эволюции утверждает, что «человек произошел от обезьяны». Им это кажется абсолютным скандалом. Я никогда не понимал, почему это должно кого-то волновать. Во-первых, происходить от кого-либо не означает быть им. Я не являюсь повторением своего отца, хотя и происхожу от него, так же как мой сын не является повторением меня. Между нами и нашими обезьяноподобными предками дистанция неизмеримо большего размера, чем между отцами и детьми. Обезьяны, несмотря на свое несомненное сходство с людьми во многих отношениях, так же, несомненно, отличаются от людей. Это означает, что на пути от обезьяны к человеку произошло что-то поистине грандиозное, что и определило эту разницу. Тех, кто думает, что наше происхождение от обезьяны делает нас хуже, я хочу спросить: какова альтернатива? Вы предпочитаете быть слепленным непосредственно из элементов таблицы Менделеева в обход эволюционного процесса? Прямо буквально из пыли? Чем это было бы лучше?

Короче говоря, накал страстей вокруг теории эволюции я считаю недоразумением. Правы ли дарвинисты во всем или в чем-то ошибаются, есть вопрос

частный и не имеющий отношения к разумности мироздания и существованию Божества. Вопрос этот должен решаться научными методами.

Я уверен, что человек может спокойно созерцать мир, не боясь внутреннего конфликта между верой и разумом, и повторять вслед за Лермонтовым:

Тогда смиряется души моей тревога,
Тогда расходятся морщины на челе, —
И счастье я могу постигнуть на земле,
И в небесах я вижу Бога…

Заключение

Надеюсь, читатель заметил, что в своих идеалистических рассуждениях о физике я воздерживался от защиты какого-то определенного вероисповедания. Моей целью было показать, что, в отличие от мнения материалистов, данные науки *дают основания полагать*, что природа задумана по определенному плану, который включает и нас с вами. Как я старался продемонстрировать в последней медитации, Вселенная, какой мы ее знаем, представляется разуму совершенно невозможной вещью. То, что эта невозможная вещь, так сказать, дана нам в ощущении, ведь что-нибудь да значит!

Некоторые могут удивиться тому, что я не обсуждаю темы, которые обычно обсуждаются в разделе «наука и религия», такие как Большой взрыв, теория струн, идеи о множественности вселенных и т. п. Это потому, что я хотел ограничиться той физикой, которая уже совершенно несомненно установлена. Я просто прокомментировал содержание учебников. Для раскрытия моей темы достаточно и такой, почти школьной, физики, и поэтому мне не нужно обращаться к истокам времен или лететь к далеким звездам — все необходимые аргументы можно найти здесь, в любом комочке живой протоплазмы.

> В одном мгновенье видеть вечность,
> Огромный мир — в зерне песка,
> В единой горсти — бесконечность,
> И небо — в чашечке цветка.
>
> *(Уильям Блейк)*

Разумеется, помимо научных доводов в защиту атеизма, несостоятельность которых я старался обнаружить, можно приводить и множество других. Но так всегда было, от Лукреция Кара до Михаила Александровича Берлиоза — оглядываясь на историю, мы видим, что неверие так же старо, как вера. Спор между ними вечен. Даже в Библии одна из книг (Екклесиаст) предлагает видение мира, более свойственное атеистическому мировоззрению, в другой же книге (Иова) человек яростно сетует на Бога за выпавшие на его долю страдания. О причинах этих страданий науке нечего сказать, но она может сказать и говорит о том, что мир не есть абсурд и случайность, что бытие разумно организовано и является отражением мира идей; что у человека в

мире свое неслучайное место, а значит, в нашем существовании есть смысл, хотя, может быть, нам еще неведомый.

…Ты спросишь, кто велит,
Чтоб август был велик,
Кому ничто не мелко,
Кто погружен в отделку

Кленового листа
И с дней Экклезиаста
Не покидал поста
За теской алебастра?
Ты спросишь, кто велит,
Чтоб губы астр и далий
Сентябрьские страдали?
Чтоб мелкий лист ракит
С седых кариатид
Слетал на сырость плит
Осенних госпиталей?

Ты спросишь, кто велит?
— Всесильный Бог деталей,
Всесильный Бог любви,
Ягайлов и Ядвиг.

Не знаю, решена ль
Загадка зги загробной,
Но жизнь, как тишина
Осенняя, — подробна.

(Б. Пастернак)

В своем обсуждении я не приводил никаких теологических аргументов, так как мне хотелось не заменять одну догму другой, а побудить читателя к самостоятельному мышлению. Если, прочтя мою книгу, читатель усомнится в том, что «наука доказала, что Бога нет», и станет думать сам — моя цель достигнута.

Приложение
Фундаментальные принципы физики

Данное приложение иллюстрирует тезис о том, что законы физики, управляющие нашим миром, являются весьма жесткой ментальной конструкцией, основанной на нескольких фундаментальных принципах, которые я и пытаюсь далее объяснить. Удивительно то, что принципы эти на первый взгляд совершенно не имеют в виду ни появление жизни, ни появление человека. Они абстрактны и красивы холодной интеллектуальной красотой. Тем не менее, как я уже говорил в основном тексте, именно такие законы обеспечивают стабильность сложных структур в нашей Вселенной, а значит, делают возможным и наше с вами существование. Поэтому человек присутствует в них как бы в скрытой форме и их абстрактность лишь кажущаяся.

Следующий ниже текст носит по необходимости довольно специальный характер, однако я надеюсь, что интеллигентный читатель сможет уловить сущность моих аргументов, даже не понимая математических деталей.

Универсальность законов природы

Этот принцип, пожалуй, является наиболее важным и обсуждался мною в основном тексте. Здесь я сформулирую его более формально. В физике законы природы выражаются в математической форме. Так вот, принцип универсальности гласит, что эта формулировка не должна зависеть от выбора системы координат в пространстве и времени (в физике это также называется выбором системы отсчета). Иными словами, законы природы должны формулироваться в форме *инвариантной* относительно выбора системы координат.

Поясню на простом примере. Возьмем прямоугольный ящик и нарисуем на одной из его сторон две точки. Так вот, расстояние между ними не зависит от того, какие из сторон ящика мы объявим шириной, длиной или высотой, выбор которых и является выбором системы координат. Утверждение типа «расстояние между точками А и Б равно расстоянию между точками В и Г» не зависит от того, какую системы координат мы выберем.

Пониманием принципа универсальности физика обязана Альберту Эйнштейну, который и положил этот принцип в основу теории относительности. По какой-то иронии судьбы многие считают, что эта теория про то, что «все относительно». На самом же деле она не о том, что меняется, а о том, что вечно.

Принцип наименьшего действия

Этот принцип является, пожалуй, следующим по важности и широте охвата. Начнем с его формулировки в классической механике. Рассмотрим пример: движение точечной частицы из точки A в точку B. Утверждается, что частица «выберет» такую траекторию движения, для которой величина S, называемая действием, является минимальной. Для точечной частицы массы *m,* движущейся со скоростью v (много меньшей скорости света) в поле с потенциальной энергией U(r), действие на траектории, соединяющей точки (t_1, r_1) и (t_2, r_2) определяется следующей формулой:

$$S = \int_{t_1}^{t_2} dt \left[\frac{m}{2} \vec{v}^2(t) - U(\vec{r}(t)) \right], \quad \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad (1).$$

Оказывается, что условие минимума *S* достигается на траектории, определяемой вторым законом Ньютона:

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = -\frac{\partial U}{\partial \vec{r}} \quad (2).$$

Итак, принцип наименьшего действия в классической нерелятивистской механике эквивалентен закону Ньютона и на первый взгляд кажется лишним. Оказалось однако, что принцип этот намного более фундаментален, чем закон Ньютона, так как, в отличие от последнего, позволяет обобщение и на релятивистскую механику (то есть на движения со скоростями, близкими к скорости света), и на механику квантовую.

NB: В оставшейся части текста я не обсуждаю гравитацию.

Пространство-время

Следуя Эйнштейну, обобщим принцип наименьшего действия

на движение частиц со скоростью, близкой к скорости света. Для этого нам нужно усвоить один фундаментальный факт, касающийся свойств пространства и времени. Факт этот состоит в том, что пространство и время образуют некое фундаментальное единство (его так и называют «пространственно-временный континуум»). Следствием является то, что время течет (точнее, часы идут) неодинаково в разных системах отсчета, например, время на Земле и в движущемся относительно нее космическом корабле течет по-разному (т. е. идут по-разному часы).

Эйнштейн показал, что инвариантом относительно замены системы координат в пространстве-времени является величина, называемая интервалом. Квадрат интервала между двумя бесконечно близкими событиями, происшедшими в точках (t, x, y, z) и ($t + dt, x + dx, y + dy, z + dz$) определен как

$$ds^2 = c^2dt^2 — dx^2 — dy^2 — dz^2,$$

где c — скорость света в вакууме (имеется в виду плоское пространство, так как гравитация здесь не обсуждается). Обратите внимание, что, так как время и пространство имеют разные размерности (первое измеряется в секундах, а второе — в метрах), складывать их друг с другом можно, только приведя их к какому-то единству, что и достигается умножением времени на скорость света. Присутствие такой скорости в этой инвариантной формуле означает, что скорость света есть мировая постоянная, не зависящая от системы отсчета.

Все математические операции преобразования четырехмерного пространства времени образуют группу, носящую имя Лоренца.

Теперь посмотрите, как красиво Эйнштейн выводит из принципа универсальности и инвариантности интервала действие для свободной частицы (то есть частицы в отсутствие внешних сил). Он рассуждал так: действие — просто число, то есть скаляр. Далее, это число зависит от траектории частицы во времени и пространстве. Раз законы природы не зависят от выбора системы отсчета, действие должно быть инвариантно относительно выбора координат. Что обладает такими свойствами? Интервал между двумя точками. Поэтому естественно предположить: что действие для движения частицы из одной точки пространства-времени в другую пропорционально интервалу между этими точками. Но действие имеет размерность энергии, умноженной на время, значит, естественно домножить интервал на массу частицы и скорость света. Вот итог:

$$S = -mc\int_1^2 ds \quad (3).$$

(Для читателя, интересующегося тем, как эта более общая формула соотносится с формулой нерелятивистской механики, объясняю. На скоростях, много меньших скорости света, мы имеем:

$$ds = \sqrt{(cdt)^2 - (dx)^2 - (dy)^2 - (dz)^2} = cdt\sqrt{1 - (\vec{v}/c)^2} \approx$$

$$\approx cdt - \frac{1}{2c}\vec{v}^2 dt.$$

Подставляя это выражение в формулу (3), получим:

$$S = -mc^2(t_2 - t_1) + m\int_{t_1}^{t_2} dt(\vec{v}^2/2)$$

Первый член при вариациях траектории не меняется, второй — такой же, как в нерелятивистской формуле (1).)

Все наблюдаемые нами физические величины, как то: массы и электрические заряды частиц, их скорости, напряженности электрических и магнитных полей и т. д. — могут быть классифицированы согласно тому, как они меняются (преобразуются) при переходе от одной системы координат к другой. В математике говорят, что физические величины классифицируются по представлениям группы Лоренца. Те, что не меняются, принадлежат к скалярному представлению; те, что меняются, как координаты, принадлежат к векторному представлению; те, что меняются, как произведения n координат, к тензорному представлению n-ного ранга.

Когда германский математик Генрих Минковский предложил такую классификацию, физики быстро разобрались с тем, какие из известных физических величин к какому классу относить. Например, такие величины, как масса и заряд, не меняются вообще, они — скаляры. А такие величины, как скалярный и векторный потенциалы электромагнитного поля, меняются по тем же правилам, что и сами координаты, и являются поэтому 4-векторами. А напряженности электрического и магнитного полей являются тензорами второго ранга. После того как все известное было расклассифицировано, оказалось, что среди представлений группы Лоренца есть так называемые спинорные представления, которым никаких известных физических величин не соответствует. Тогда английский физик Поль Дирак

предположил, что по этим представлениям преобразуются волновые функции электронов (о волновых функциях см. ниже). Однако, для того чтобы эта гипотеза была справедлива, было необходимо, чтобы у электрона существовал двойник, во всем ему подобный, кроме знака электрического заряда. Эта гипотетическая частица была названа позитроном, а вскоре выяснилось, что гипотеза Дирака подразумевает существование таких двойников и у многих других частиц (протона, нейтрона и т. д.). Эти гипотетические двойники были названы античастицами; вскоре все они были открыты.

Думаю, что открытие целого нового мира — мира античастиц — есть один из величайших триумфов того стиля мышления в физике, который я пытался довести до читателя в этой книге. Я подчеркиваю, что предсказание, сделанное Дираком, не опиралось ни на какой эксперимент; Дирак, исходил исключительно из требований полноты математической теории. Поэтому открытие античастиц как нельзя лучше иллюстрирует связь между умным миром математики и миром природы. Скажу в заключение, что античастицы нашли практическое применение, например, в медицине (позитронное сканирование).

Калибровочная инвариантность

Этот исключительно важный физический принцип определяет, каким образом электрическое и магнитное поля взаимодействуют с полями материи (или, иначе говоря, с такими частицами, как электрон, протон и т. д.).

Принцип этот распространяется и на внутриядерные поля, но мы их здесь не обсуждаем. Поля материи преобразуются по спинорным представлениям, а вектор-потенциал электромагнитного поля — по векторному представлению группы Лоренца. Единственный способ составить из них скаляр — это «удлинить» пространственную производную, действующую на эти поля. Так, включение электромагнитного поля, действующего на частицу с электрическим зарядом *q,* эквивалентно замене всех пространственно-временных градиентов в выражении для действия этой частицы по следующему рецепту:

$$i\partial/\partial t \to i\partial/\partial t - qA_0, \quad i\nabla \to i\nabla - \frac{q}{c}\vec{A}$$

где *A, A* есть скалярный и векторный потенциалы электромагнитного поля.

Законы движения микроскопических частиц формулируются иначе, чем тел макроскопических. В масштабах микромира теряют смысл такие понятия, как траектория движения. Про электрон можно сказать, что он движется одновременно по бесконечному количеству траекторий, каждой из которых можно приписать то, что называется амплитудой. Амплитуда есть комплексное число, для данной траектории она задается формулой

$$\Psi(A, B) = \exp[2\pi i S[A, B]/h] = \cos(2\pi S[A, B]/h) + \\ + i \sin(2\pi S[A, B]/h) \quad (4),$$

где S есть классическое действие на этой траектории, а $h = 6.62 \times 10^{34}$ дж/с — постоянная Планка. Вероятность того, что частица попадет из точки А в Б за данное время, задается квадратом модуля суммы амплитуд по всем возможным траекториям, соединяющим эти точки:

$$P[A,B;t] = \left| \sum_{trajectories} \exp\left[2\pi i S[trajectory]/h\right] \right|^2 \quad (5).$$

Так как комплексная экспонента является осциллирующей функцией, вклады от траекторий, чьи действия отличаются друг от друга на величину порядка постоянной Планка, взаимно сокращаются, и достаточно тяжелая частица «выбирает» из всей массы траекторий ту, на которой действие минимально. Так по мере утяжеления массы частиц роль квантовых эффектов уменьшается.

В заключение этого краткого экскурса в квантовую механику необходимо сказать о волновых функциях многих частиц. Оказывается, и этот поразительный факт имеет экспериментально верифицируемые последствия, а именно те, что частицы одинакового сорта неразличимы. То есть, например, все электроны во Вселенной совершенно одинаковы, и нельзя сделать такой эксперимент, чтобы отличить один электрон от другого. И вот все частицы делятся на два сорта, одни называются бозонами, другие фермионами. При перестановке координат бозонов их волновая функция не меняется, а когда меняются местами фермионы, их волновая функция меняет знак. Фермионы (протоны, нейтроны, электроны, нейтрино и множество других нестабильных частиц) преобразуются по спинорным представлениям группы Лоренца, а бозоны (фотоны и другие,

менее известные частицы — переносчики внутриядерных взаимодействий) преобразуются по векторным представлениям.

Итак, мы сформулировали основные принципы физики, управляющие миром в масштабах, больших размера атомного ядра и меньших размера планеты. Это именно то, что имеет отношение к медитации «Разумная конструкция». Остался последний штрих: вывести из этих общих принципов теорию, управляющую организацией материи в этих масштабах. И она действительно выводится, что означает: законы физики являются очень жесткой конструкцией, которую невозможно изменить, не поплатившись при этом определенным набором принципов, красоту которых читатель, надеюсь, смог должным образом оценить.

Чтобы избежать излишних математических осложнений, я опишу эту «теорию всего» или, скорее, «теорию почти всего» в той форме, которая не берет во внимание релятивистские эффекты и поэтому пригодна только для описания соединений легких элементов, подобных водороду и гелию. Итак, волновая функция всех электронов и ядер такого сорта подчиняется уравнению Шредингера:

$$i\hbar\frac{\partial\Psi}{\partial t}=\hat{H}\Psi \quad (6),$$

где оператор (Гамильтониан), действующий на координаты электронов и ядер, определен как

$$\hat{H}=\sum_i\left(-\frac{\hbar^2}{2m_e}\frac{\partial^2}{\partial\vec{r}_i^{\,2}}\right)+\sum_n\left(-\frac{\hbar^2}{2M_n}\frac{\partial^2}{\partial\vec{R}_n^{\,2}}\right)-$$

$$-\sum_{n,i}\frac{Z_n e^2}{\left|\vec{R}_n-\vec{r}_i\right|}+\frac{1}{2}\sum_{i\neq j}\frac{e^2}{\left|\vec{r}_i-\vec{r}_j\right|} \quad (7),$$

где R_n, r, обозначают координаты ядер и электронов, M_n, m_e — их массы, а Z_n являются зарядами ядер. Уравнения (6), (7) и их релятивистские обобщения составляют основу теории материи. Давайте произведем замену переменных в (7), выразив все длины в атомных масштабах:

$$r=a_B x,\ R=a_B y,\ a_B=\frac{\hbar^2}{m_e e^2}\approx 10^{-10}m$$

где x, y являются уже безразмерными величинами. В их

терминах (7) выглядит так:

$$\hat{H} = \left(\frac{me^4}{\hbar^2}\right)\left[\sum_i\left(-\frac{1}{2}\frac{\partial^2}{\partial\vec{x}_i^2}\right)+\sum_n\left(-\frac{m^2}{2M_n}\frac{\partial^2}{\partial\vec{y}_n^2}\right)-\right.$$

$$\left.-\sum_{n,i}\frac{Z_n}{\left|\vec{x}_i-\vec{y}_n\right|}+\frac{1}{2}\sum_{i\neq j}\frac{1}{\left|\vec{x}_i-\vec{x}_j\right|}\right] \quad (8).$$

Сие означает, что все энергии пропорциональны, а выражение в квадратных скобках, не содержащее никаких размерных величин, зависит только от целых чисел Z_n и безразмерных отношений m_e/M_n, то есть, по сути дела, от отношений масс электрона и протона и электрона и нейтрона.

Таким образом, поскольку свободных параметров в теории практически нет, решить проблему устойчивости сложной материи путем их подгонки невозможно.